

爱上制作27

Make: 一切皆可制作
technology on your time



破解Kinect | 108

卡罗尔·瑞丽

手术机器专家，
医疗硬件
改装达人。

29个激动人心的 制作项目

- Nerf玩具枪
- 微型漫步者机器人
- iPad支架
- 盖革计数器
- 简单的Sunburst吉他

身体上的 疯狂实验

意念吉他大师

脉搏感应器

探查眼睛内部的世界

DIY血压监测仪

TACIT: 触觉手腕
测距仪

DIY超人

[美] O'Reilly 编
夏明新 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

O'REILLY®

龙图电 出品

爱上制作 27

一切皆可制作

内容提要

《爱上制作27》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目，内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

本书语言深入浅出、通俗易懂，采用实物照片、插图和文字相结合的方式，把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣，给读者以启迪，为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读，是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。



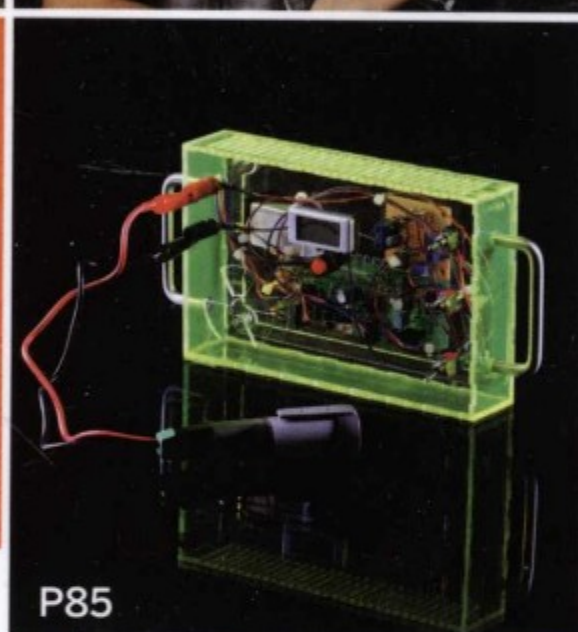
P10



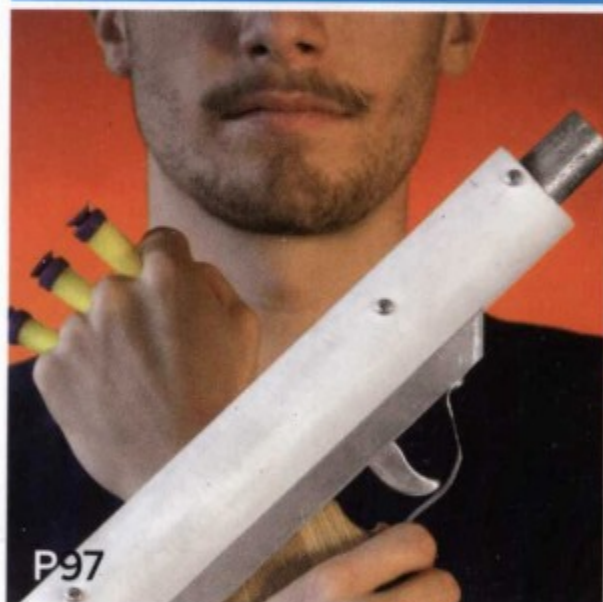
P17



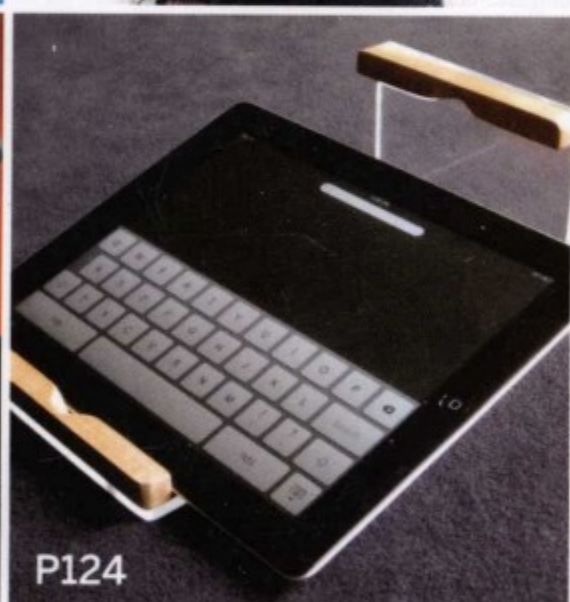
P29



P85



P97



P124



P136

无线电

Radio.com.cn

封面设计：
Katie Wilson (英文版)
马冬燕 (中文版)

O'REILLY
www.oreilly.com

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版
此简体中文版仅限于中国大陆 (不包含中国香港、澳门特别行政区和
中国台湾地区) 销售发行

This Authorized Edition for sale only in the territory of
People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macao
and Taiwan)

分类建议：电子技术/手工制作/生活娱乐/科学普及

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn



ISBN 978-7-115-29616-0



9 787115 296160 >

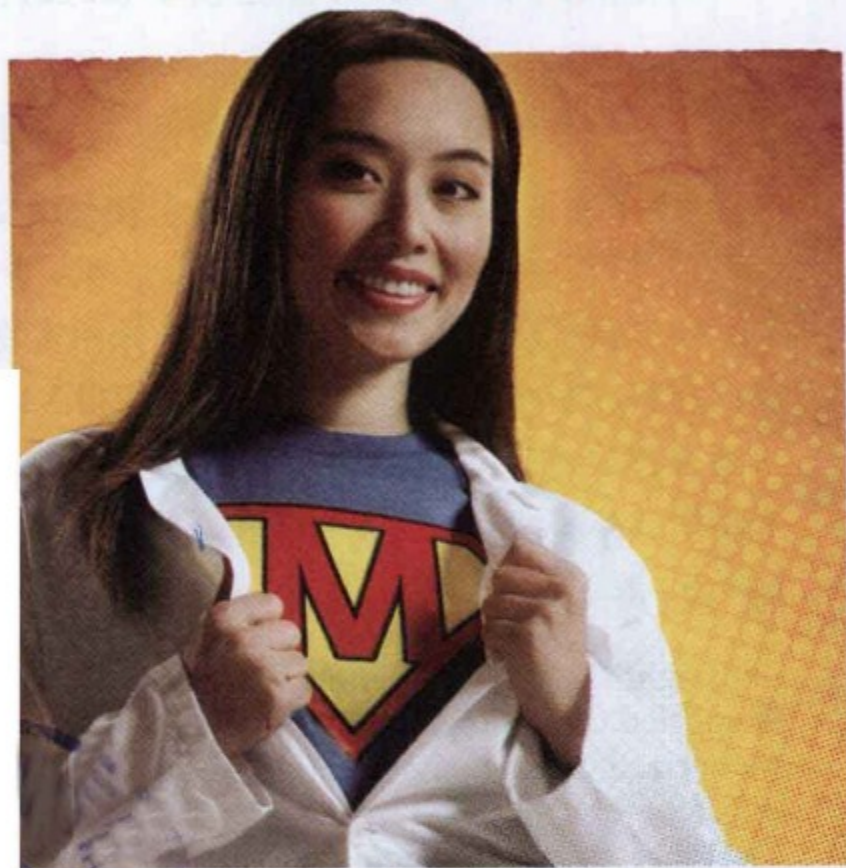
ISBN 978-7-115-29616-0

定价：35.00 元

O'REILLY®

爱上制作²⁷

一切皆可制作



[美] O'Reilly 编

夏明新 译

人民邮电出版社
北京

新平知
PDG

图书在版编目 (C I P) 数据

爱上制作. 27 / (美) 奥莱理 (O' Reilly) 编 ; 夏明新译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-115-29616-0

I. ①爱… II. ①奥… ②夏… III. ①电子器件—制作 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第240649号

内 容 提 要

《爱上制作 27》是美国《Make》简体中文版系列丛书之一。本书包括各种日常生活中的创意手工制作项目, 内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

本书语言深入浅出、通俗易懂, 采用实物照片、插图和文字相结合的方式, 把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣, 给读者以启迪, 为 DIY 提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类 DIY 爱好者阅读, 是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典, 也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。

版 权 声 明

Copyright ©2012 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2012.

Authorized translation of the English edition, 2012 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由O'Reilly Media, Inc. 出版2012。

简体中文版由人民邮电出版社出版 2012。英文原版的翻译得到O'Reilly Media, Inc.的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc.的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

爱上制作 27

- ◆ 编 [美] O'Reilly
译 夏明新
责任编辑 宁 茜
执行编辑 马 涵
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京捷迅佳彩印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 10.75
字数: 285 千字
印数: 1—5 000 册
- 2013 年 1 月第 1 版
2013 年 1 月北京第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2012-3278 号

ISBN 978-7-115-29616-0

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

译者序

记得2000年的时候，我刚上大学，一个电子系的师兄给我们讲他到上海找工作的情景。对方问：“能修电视机吗？”师兄嘿嘿地嗤笑，和我们说修电视机还真不会，而我们这些年轻人则哄堂大笑。大家都觉得技术已经发展到相当的程度，让我们自己去修电视机是一个不可能完成的任务。

拿到《爱上制作》的时候，我意识到当时的问题所在。我们都明白现今技术已经是集成电路时代，而电视机也远远比以前的复杂。但是问题的关键不在于技术的高度或实现的难度，而是在自己的态度。也许我们会在生活中迷失或是在现实中困顿，但是一定要记住我们是工程师，我们是创造这个世界的人。如果我们做不了的事情，则没有人可以做到。

《爱上制作》中的项目有难有易，有的一两个小时就搞定，有的要花上半年多。但是作者们的态度都是一致的。我们是制客，我们是极客，我们是创造这个世界的主人翁。

以《爱上制作》中一位大师Ross Shafer的话与大家共勉：“我宁愿自己做东西而不是去买东西，如果不会做那就去学。”

——夏明新

新平船聲
PDG

套件天地

购买方式:

1. 邮局汇款: 北京市东城区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社收 邮编100061, 请在汇款单上注明相应套件名称及联系电话。
2. 淘宝店购买: <http://boqu.taobao.com>

Arduino入门基础套件

359元/套+15元(邮费)

特点: Arduino基础入门套件是一款学习工具。它帮助你用流行的Arduino工具体验电子科技无穷的乐趣。所有套件零件无须焊接, 直接在面包板上插拔即可, 非常适合学习。另外, 本套件还附带了10节实验课程, 非常适合Arduino互动媒体爱好者、机器人爱好者、电子爱好者学习使用。

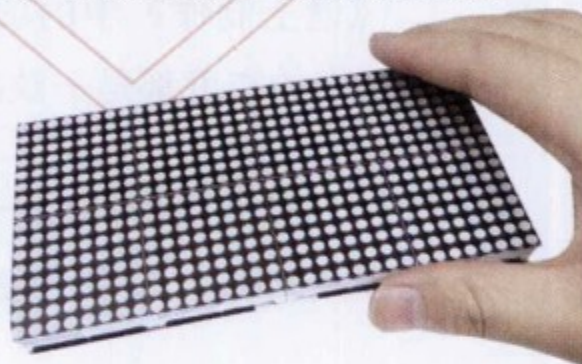


制作方法详见《无线电》2010年第10期杂志

Mini3216电子时钟套件

198元/套+15元(邮费)

特点: 超薄设计, 整机厚度只有一片PCB加上LED屏的厚度; 单片机直接驱动所有LED屏, 电路DIY制作简单, 无需驱动芯片; 公历及农历的重要节日提醒功能; 4键全电容触摸式按键; 32×16LED点阵屏显示, 全中文界面; DYS8100高精度时钟芯片, 一年内误差小于1分钟; 早8点到晚8点整点报时功能; 流动、渐变亮度式显示切换, 精致UI设计; 亮黑色镀金电路板, 长久使用不褪色; 超薄多功能连接排线, 如无线般美观。



制作方法详见《无线电》2010年第10期杂志

“面包板入门电子制作”盒装套件

148元/套+15元(邮费)

特点: 以六宫格元件盒包装, 内含: 面包板、电池与电池盒、插接面包板专用线、LED灯、数码管、扬声器、电阻、磁铁、电容、蜂鸣器、电位器、话筒、干簧管、二极管、光敏电阻、微动开关等。可在面包板上完成数十个基础电路的搭建和设计, 并配有不断更新的《无线电》杂志相关文章和高清教学视频, 适合单片机爱好者的电路基础入门及中小学生的电子技术兴趣入门。

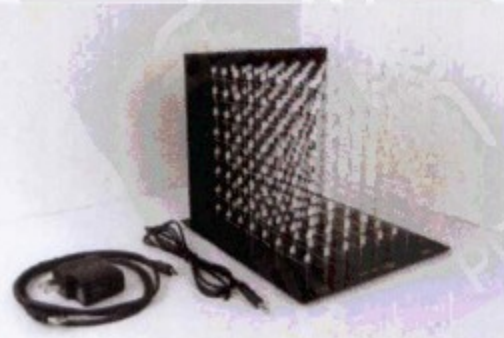
使用介绍从《无线电》杂志2012年第1期开始连载。欢迎个人、学校及校外教育机构团购。



CUBE8光立方套件

430元/套+15元(邮费)

- ◆ 8×8×8LED阵列3D光立方体显示器。
- ◆ 黑色镜面PCB、全镀金焊盘和LOGO, 高端品质。
- ◆ 高亮蓝色雾面LED灯, 达到光立方极佳视觉效果。
- ◆ 连贯图形显示效果, 浑然一体, 一气呵成。
- ◆ 混合式触摸电源和模式按键, 操作更稳定。
- ◆ 电源具有常开、常关、光线自动控制方式。
- ◆ 显示模块有快速、中速、慢速3挡设置。
- ◆ 4挡亮度的夜灯模式, 可营造你的室内气氛。
- ◆ 2种音频显示模式, 可随音频同步显示。
- ◆ “精简iC”接口, 全开放式用户自定义操控。
- ◆ 创新设计的LED阵列制作模板, 让LED阵列制作简单快速。



单册定价
35元



关注新浪官方微博

<http://weibo.com/makeaszz>

参与有奖活动

搜狐IT频道的专栏定期更新部分章节

<http://it.sohu.com/s2010/make/>

亚马逊评价★★★★★

《爱上制作》是美国《Make》简体中文版系列书。书中包括日常生活中的各种创意手工制作项目，内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电

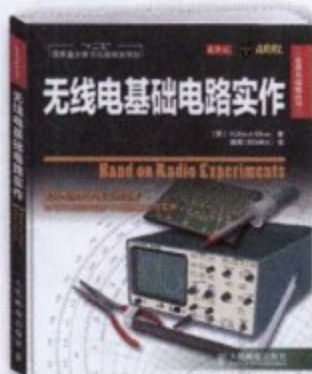
O'REILLY

2012 Make: 中文版精彩继续……

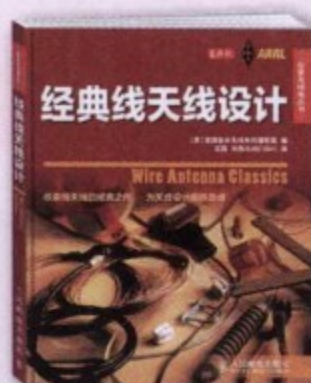
为爱好者和专业人士奉献的精品读物



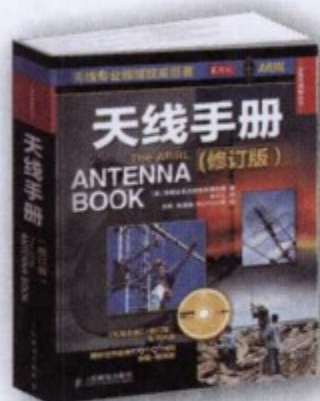
页数: 1145
开本: 大16开
ISBN:
978-7-115-22276-3
定价: 240元



页数: 264
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-25117-6
定价: 55元



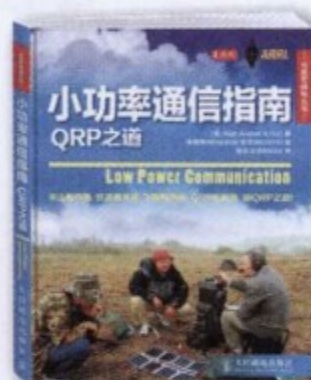
页数: 256
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-24499-
定价: 55元



页数: 836
开本: 大16开
ISBN:
978-7-115-25011-7
定价: 180元



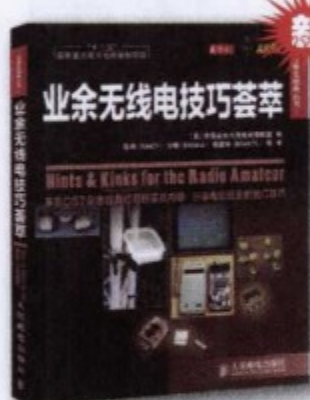
页数: 282
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-22934-2
定价: 55元



页数: 264
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-23131-
定价: 55元



页数: 358
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-27978-1
定价: 52元



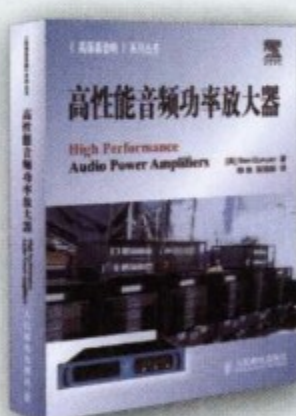
页数: 206
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-27489-2
定价: 55元



页数: 418
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-23885-
定价: 80元



页数: 384
开本: 16开
(附 DVD 光盘)
部分彩页
ISBN:
978-7-115-25512-9
定价: 58元



页数: 450
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-22295-4
定价: 80元



页数: 220
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-27942-
定价: 45元



页数: 472
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-25386-6
定价: 120元



页数: 186
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-25117-6
定价: 55元



页数: 287
开本: 16开
ISBN:
978-7-115-25432-
定价: 68元

购买
方式

全国各大书店
网上书城
均有销售

网店推荐

互动出版: <http://www.china-pub.com>
当当: <http://book.dangdang.com>

卓越亚马逊: <http://www.amazon.cn>
邮科图书专营店: <http://youkets.mall.taobao.com>

爱上制作 27

一切皆可制作

目录

DIY超人

24: 卡罗尔·瑞丽访谈

她在白天是手术机器人专家，晚上是医疗硬件改装达人。
托德·拉品

28: 意念吉他大师

扔掉控制器，用你手臂肌肉的电信号来演奏歌曲吧。
罗伯特·阿米格、卡罗尔·瑞丽

36: 脉搏感应器

这个可佩戴的设备能让你的项目有实时的心跳。
尤瑞·基特曼、乔尔·墨菲

41: 直达心灵

眼书写器和眼控板这两个系统可以让人们用眼睛就能画画、写字并与他人交流。
扎克·伯利曼、路易斯·克鲁斯

46: 探查眼睛内部的世界

阴影探测镜、超级闪光器、光路旋流器还有脑活动探测仪，都能让你看到自己眼睛的内部。
迈克尔·毛瑟

52: 指南针脚链与心率挂坠

通过传感器，人们能感觉方向并看到自己的心跳。
约翰·凯利西

54: DIY血压监测仪

自己做一个高效智能的、便宜且便携的血压监测仪。
阿历克斯·卢塞尔、盖瑞克·奥查德、卡罗尔·瑞丽

62: TACIT: 触觉手腕测距仪

这个超声波蝙蝠手套能让你隔空感觉到物体的存在。
斯蒂夫·霍伊夫

66: 我们所拥有的技术

纵观当今我们制作医疗相关设备时所拥有的技术。

专栏

1: 欢迎词

在自己身上做实验
戴尔·道格特

2: 制造麻烦

将孩子们培养成制作爱好者
索尔·格里菲斯

3: 民间科学家

追踪主要温室气体
福瑞斯特·M·姆斯三世

封面故事



卡罗尔·瑞丽：我对利用机器人来训练下一代的机器人很感兴趣。图片作者盖瑞·马克里德。风格设计维特·司瓦楼，艺术指导杰森·巴特勒。



意念吉他：做出一个系统，可以不用手指弹吉他。



血压监测仪：用便宜的零件做一个可充电、可移动的血压监测仪。

6: 培养制作爱好者

适用于孩子们的真实工具
安玛丽·托马斯

7: 自由制作

事物的半衰期
考利·道特劳

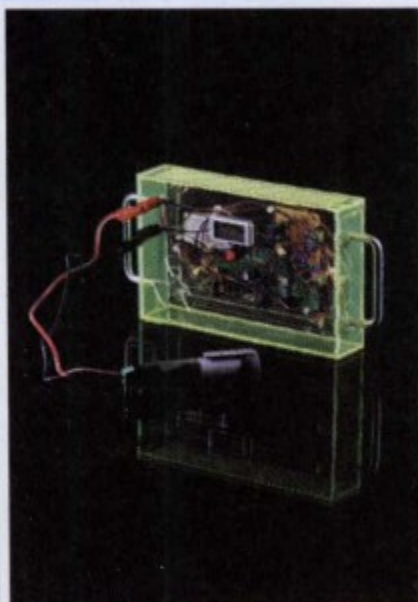
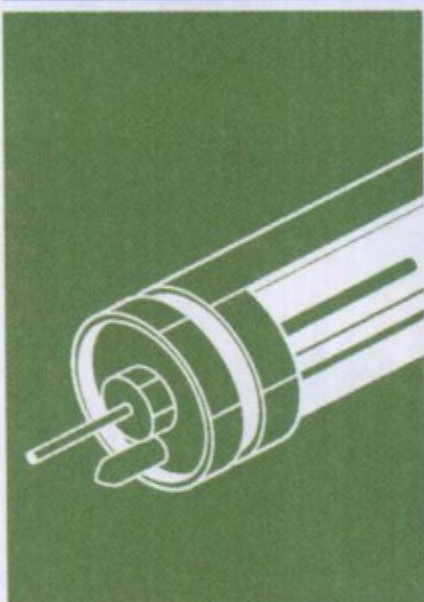
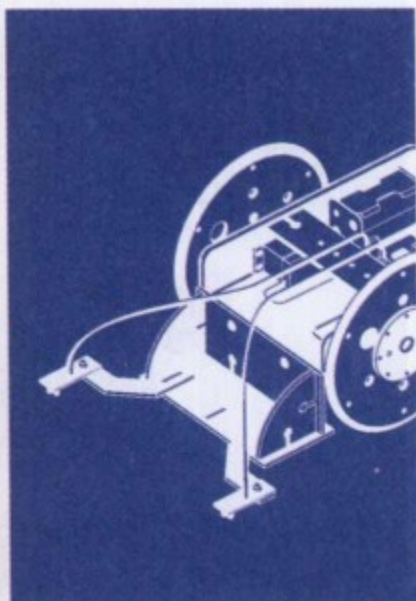
制作：项目

微型漫步者 机器人

这是一个可自动识别方向的入门机器人，使用的是价值2美元的微控制器。

道格·佩拉迪斯

72



盖革计数器

这个放射探测器在探测到电离辐射时会发声、发光，还能将辐射水平记录下来并上传到网络上。

约翰·拉维因

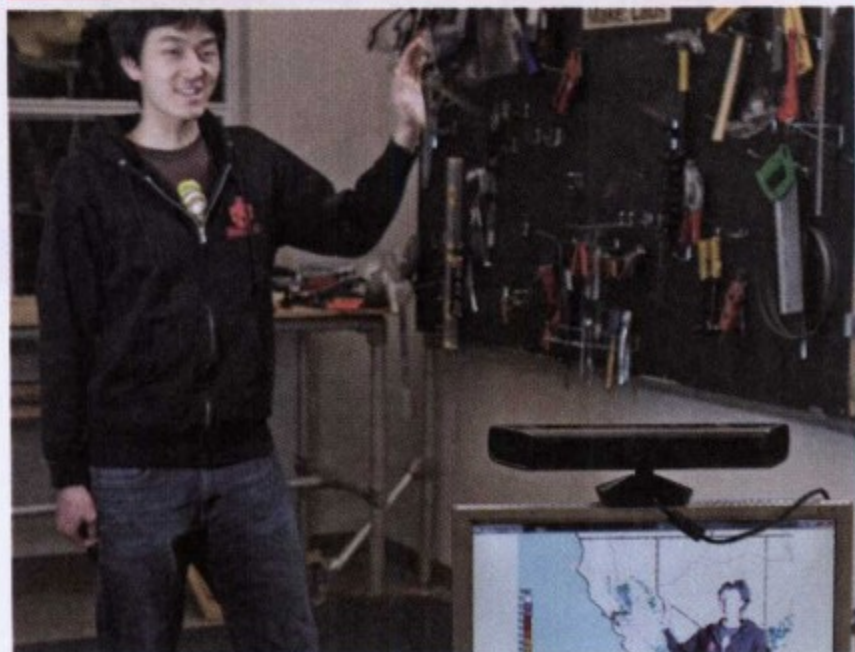
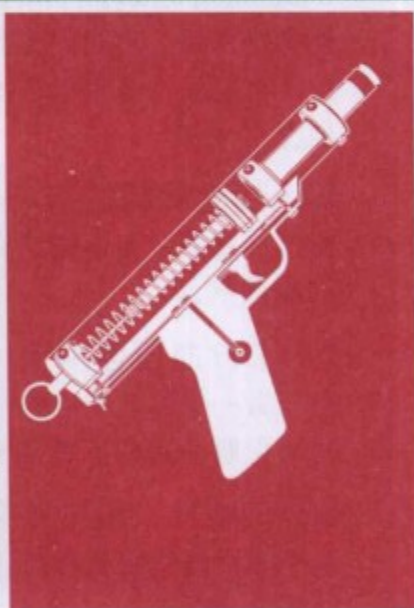
84

Nerf玩具枪

制作一个泡沫子弹的金属玩具枪，胜过店里出售的塑料枪。

西蒙·建生

96



破解Kinect

从挥挥手到用微软的Kinect软件开发包来编写代码。

乔西亚·布莱克

108

⚡ 锻炼技能

爱上制作 27

一切皆可制作

制作爱好者

8: 地球上的制作

来自后院的科技报道

16: 卡尔·马裘里斯：硬件破解大师

通过反向工程破解数据。

盖瑞·沃尔夫

20: 机械发声器

回顾过去100年来各种能发出有趣声音的机械杰作。

鲍勃·奈特泽哥

107: 1+2+3：制作高压泡沫火箭

不管你是不是拿它当玩具看，这个火箭还是很让人吃惊的。

瑞克·适切特拉

141: 1+2+3：制作一个曲别针唱片播放器

花几分钟的时间就可以做个小型播放器了。

142: Howtoons

索尔·格里芬尼克·达格塔

144: 电子电路，有趣的基础知识

难以取胜的槽位通吃游戏。

147: 玩具发明者的笔记本

树熊投弹机器人

鲍勃·奈特泽哥

148: 工具箱

顺利地弯PVC管子、让你的卡片智能化、成为乐高大师，还能飞一个小直升机。

156: 祖传技术

瞬时完成的舒适和服袍

蒂姆·安德森

158: 重现历史：调音叉

做一个18世纪的调音叉，替代容易出问题的调音管。

威廉·格斯特拉

160: 家酿我的Arduino蒸馏罐

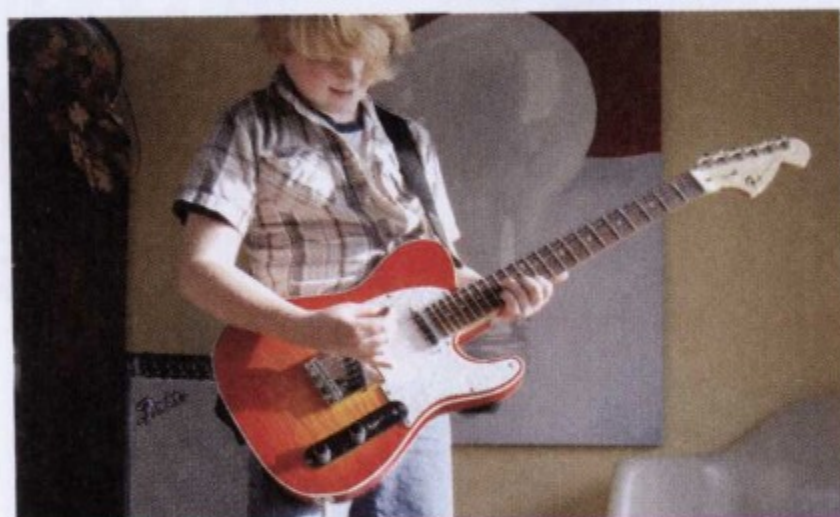
我是如何解决让人头痛的泡沫漫溢问题的。

杰·斯特拉



16

卡尔·马裘里斯：硬件破解大师通过反向工程破解数据。



DIY

124: 家居用品

iPad支架
用铁丝弯出来的玩具
制作方块肥皂

118: 户外用品

4美元的热气球

134: 电路

线性电动缸

122: 工作室

气垫干湿两用吸尘器

136: 音乐设备

简单的Sunburst吉他



160

我的Arduino蒸馏罐。



欢迎词

戴乐·道格特

在自己身上 做实验

查尔斯·戴尔泽拉是一位美国加利福尼亚州大学伯克利分校的教授，他的研究课题是动物和人类身上的电流对其自身的影响。据说他在自己身上做了很多的测试，他发现意外电击事件的最常见原因是家里的电路发生了接地故障。因此他转而研发了一套接地故障断路器，这个断路器能够监测电路的电流，当它发现电流差超过了5mA的时候就会自动断开电路。5mA是戴尔泽拉通过实验得到的安全电流限值。戴尔泽拉于1965年为这个断路器申请了专利，而这套接地故障断路器后来也被纳入了国家电工法规，所有的美国家庭里面必须配备。在此后的25年之内，美国因类似原因而意外身亡的人数减少了一半。

每次我看到接地故障断路器的时候，都会在脑海里想起戴尔泽拉教授一边对自己电击，一边记笔记的场景。

历史上有许多科学家在自己身上做实验的稀奇古怪的故事，当然在漫画书里也有同样的故事，只是在漫画里面在自己身上做实验的人大多是超级恶棍而不是超级英雄。当研究者自己成为科学研究对象的时候，便成为了自我实验，这在学院派的科学研究中是一个灰色地带，而在业余的科学研究者中间倒是屡见不鲜。

大卫·艾翁·邓肯是《实验者》的作者，他几乎做了一切可以在人身上做的实验。他致力于研究DNA的秘密，并识别使身体衰亡的体内毒素。第一天早上，他测了自己血液中的汞浓度，然后午饭和晚饭吃了点本地产的鱼。第二天早上再测一遍他的血液，发现汞浓度上升了3倍。我在日本福岛核事件之后看到一个图片，图片中一位厨师在鱼市上手持放射探测器，这让我立刻想起了邓肯。

安妮·怀特的梦想是在火星探险车里工作，但是她却病得很严重，而且医生也无法解释病因，于是她自己开始监测自己的身体

和居住环境。通过系统地照相与详细地罗列自己所用的东西，她找到了导致自己过敏的东西，而且有了这些新数据之后，她尝试自己调理身体。

安妮现在在主持一个名为“身体追踪”(bodytrack.org)的开源项目，旨在推进获取各项数据以开发新工具。其中一项身体追踪的研究发现，当你在厨房里油炸食品之后，屋子里的空气中会充满高浓度的微粒，饭后几个小时都难以消散。也就是说，你会将你做的饭吸进身体里去。

最先对自我身体追踪者加以鼓励的是凯文·凯利和盖瑞·沃尔夫，这些先行者是一个叫做“定量的自我(QS)”的组织成员。有一些该组织开发的小软件、小工具可以用来记录自身机能，比如胖瘦、健康状况或者精神敏锐度（你早上的记忆力好还是晚上的记忆力好？大家可以自己设定一些实验来自己做测试）。而最让人吃惊的是自我身体追踪者对待这些记录结果极为严肃，可以说，他们站在人类自我提升事业的前沿，整个医疗行业都有赖于他们的努力。

如果这些工具能不断地提供反馈，我们是不是更加愿意去改变不健康行为或者发现新的生活方式呢？

在这本以生物技术为主题的《爱上制作》中，我们将为大家展示各种能帮助人们进行自我实验的项目。这就像让我们安上新的眼睛、耳朵和手臂。这也是技术所能与人体接触的最大限度了，有类似于《6百万美元的男人》，但是不需要花费那么多钱。大家肯定会对得到的结果大吃一惊的。■

戴乐·道格特是《爱上制作》英文版的创始人与出版商。



制造麻烦

索尔·格里菲斯，横跨多领域的发明家

将孩子们培养成 制作爱好者

DARPA是美国国防部高等研究项目部，这个组织以前的名字是ARPA，也就是这个组织曾经资助了互联网的创建。大家可以将其看做是美国国防部的高风险科研部门。有些时候你会发现他们资助的研究项目听起来很疯狂，有些时候也确实如此，但是我认为他们资助了美国国内的目标远大的科学项目或工程项目并且获得了很好的结果。Google可能声称是自己研发了无人驾驶汽车，但是别忘了那个项目的负责人是在DARPA的无人驾驶汽车挑战大赛中获取了经验的。

当我还是研究生的时候就曾参与过一些DARPA的项目，在工作之后则参与了更多的项目。当DARPA让我提交一个名为“引导者”的议案旨在增加美国短缺的科学家与工程师的数量时，我感到很惊讶，也很高兴。其目的在于鼓励并培养新一代的制作爱好者们，使他们能够通力合作完成比以前经手过的项目更复杂的东西（至少在我看来目的就是那个）。而更令我惊讶的是全世界的制作爱好者教父、多才多艺的戴尔·道格特先生和我本人被授予这项伟大而光荣的任务，通过我们的奥莱理传媒公司和Otherlab工作室来完成。

我们被要求在4年时间内，以超级低廉的成本完成美国甚至是全球范围内1 000所高中的基本培训。之前很少有参与者自愿参加如此规模的教育项目，当然“第一台机器人”这个成功的机器人比赛是特例中的特例。但是我们能做机器人之外的东西吗？我们是否能吸引更多的受众？我们相信我们能做到（这也是我们提出申请的原因），也相信只要我们让每个人都拥有制作爱好者之心，让制作爱好者们通力合作、自发学习，就一定能做到。

我这里不会详细讲解我们提议的细节，但是我们确信光靠我们自己是无法完成这个任务的。我们有确定的一组计划，但是提升动手能力的任务总是意味着要很快完成一切。我相信戴尔和我都急切地想把事情做起来，而且我们的计划都一天天变得更宏大。我们都知道我们需要大量的帮助，本专栏将是我《制造麻烦》系列的最后一篇文章，下期开始将讲述如何制作。

请大家将你们的想法、你们愿意提供的帮助还有你们在学习过程中的经验、教训发送给我们。

因此，在最后的几行文字里面，我向大家发出请求，请大家将你们的想法、你们愿意提供的帮助还有你们在学习过程中的经验、教训发送给我们。虽然我们的计划可能不会有太多改变，但是我依然想了解大家在接到振兴STEM（科学、技术、工程与数学）教育的任务时有何想法。请将你们的想法发送至mentor@otherlab.com。

先假设各位有无限的财力来做这件事情（是不是感觉好多了？），之后再想想如果预算有限，甚至在低于一份普通高中报纸的预算的情况下如何解决。制作爱好者们，让我们一起提升教育的质量吧。✍

索尔·格林菲斯是otherlab.com的首席麻烦制造者。



民间科学家

福瑞斯特·M.姆斯三世，业余科学家

追踪主要温室气体

只要区区20美元，你就能开始追踪大气中最重要的温室气体——水蒸气。而且这个追踪工作可以随时进行，不管是白天或者黑夜，只要头顶没有云彩遮住就行。这个功能很值得一提，特别是只要在同一地点且条件允许的情况下将这项工作每天至少进行一次，得到的结果就会有真正的科学意义。

温室气体

大气中能够促进地球气候变暖的气体被称为温室气体。最广为人知的温室气体是二氧化碳，这种气体在生命循环中起到了至关重要的作用。每个花朵、果实、树木和动物的成长都与空气中吸取来的碳元素有关。而二氧化碳在整个大气中只占0.039%，而随着化石燃料的大量燃烧，这个比例正在逐年上升。

水蒸气是温室气体之王，它凭借一己之力就保证了整个地球免于冰冻，同时还可以形成降水，滋养生命、侵蚀石块、填充水库并转化为电力。空气中水蒸气的含量随着地点、季节、天气与海拔高度的不同而有很大区别。

水蒸气具有调节温度的作用，尤其在干冷空气取代温湿空气的时候特别明显。同样的，当你爬山或者开车到山上时，会发现空气变得更干燥更寒冷。

我们可以用各种各样的湿度计来测量附近空气中的水蒸气含量，但是这些湿度计无法测出空气中的总水蒸气含量，而这个总含量对于自然的温室效应是至关重要的。气象学家将其称为可降水量（PW）或者总可降水量（IPW），也就是透过大气的垂直柱体内的等效水的深度。

美国各地有着气象气球和一系列的全球定位系统接收器，用于监测总可降水量。还

有一些卫星从太空中测量这个数值，但是测量这个值其实并不需要透过整个大气。

让我们一起来测量这个可降水量，当然是在各人身边的地点了。从1990年开始我就用LED的太阳光度计来测量可降水量。而在近几年中我用的方法更加简单，任何人都可以使用，其精度和太阳光度计的精度一样（约为正负10%），白天、夜晚都能使用。

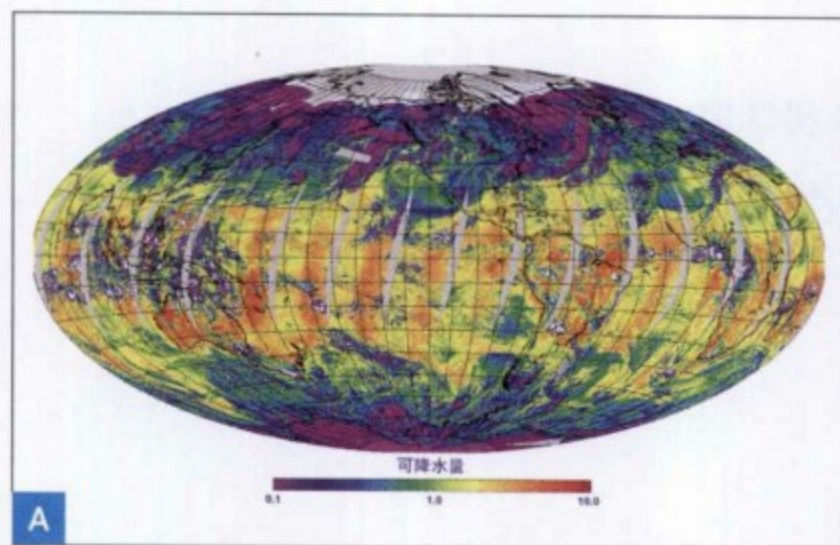
用红外温度计测量总可降水量

到达地球的绝大部分的可见光通过大气层，然后加热地球表面的水体、土壤、石块、植物、道路与建筑。所有这些被加热的物体都会放射出红外线，因此用红外温度计就能测出这些温度了。一部分的红外线会辐射入空气，另一部分会被水蒸气以及其他温室气体吸收。这些气体被它们吸收的红外光加热，然后再发出红外光，其中一部分重新向地球表面辐射。

测地面的红外温度计也可以指向天空，用来测试从空气中的水蒸气辐射出的红外线。由于大气的厚薄不同，红外温度计的响应波长也不一致，此时测出的温度并不是天空的温度，而恰恰与你所在地点上空的水蒸气所辐射出的红外线成正比。

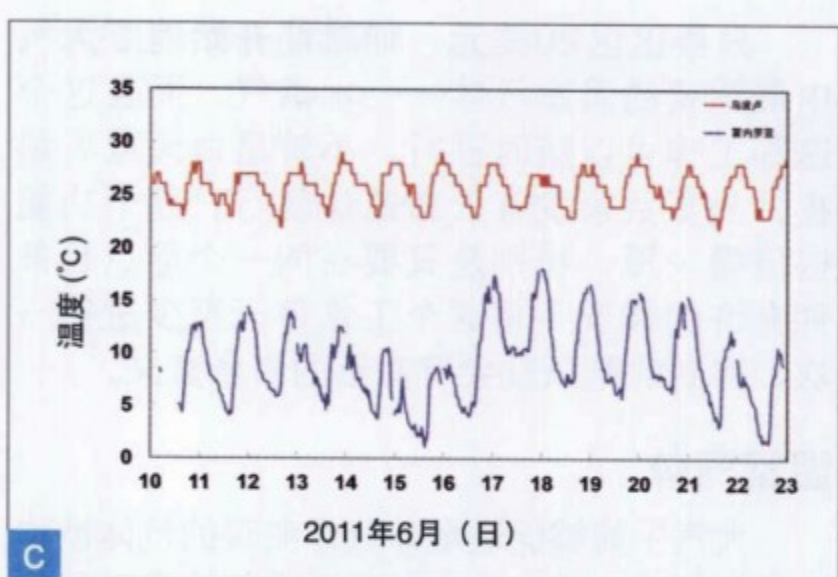
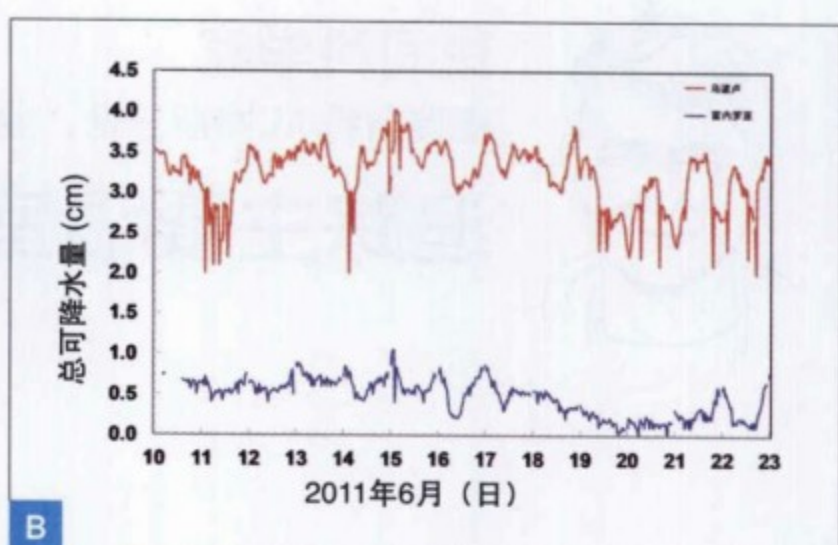
选择红外温度计的时候尽量选择一个量程可以达到-60°C甚至更低的。我用过5种设备，其中测量结果最好的是IRT0401和IRT0421，这两个都是由Kintrex公司出产的。IRT0401的个头差不多是一只口红的大小，价格约为20美元，监测视野范围为53°。这两个红外温度计的结果近似，但是附近有云的时候IRT0421的效果更好一些。

准备测量可降水量时，要找一个头顶没有云的地方，背对太阳，将红外温度计



图A：这个2011年2月4日由美国宇航局的特拉号卫星发回数据绘制的伪彩图显示了地球各处可降水量的各异分布。就算是在美国的同一个地点，这个总可降水量在冷空气来临后可达到十几毫米，而在温暖的夏天可达到6cm甚至更多。

图B、图C：美国夏威夷岛的水蒸气数据。上图很清晰地显示接近海平面高度的乌波卢的可降水量要远远大于附近海拔11 200英尺的冒内罗亚观测点，这些数据是作者最近一次去实地校准得来的。下面的图显示了高的可降水量将乌波卢保持在比冒内罗亚更高的温度，数据来源为NOAA的全球定位水蒸气数据网站 (gpsmet.noaa.gov/cgi-bin/gnuplots/rti.cgi)。



置于自己的身影中，将感应区对准正上方。然后按下对应的开关进行测量并用本子记下对应的日期、时间与测量结果。要注意拿着红外温度计的时候，不要将红外温度计的感应区感应到自己的头部或者帽子。夏天的时候，理想的测量时间是早上八九点钟或者下午五六点钟，这个时候太阳照射角度较低。

你会发现测得的天空的温度在潮湿的天气里比在阴冷的天气里会明显的高一些。在非常干冷的冬天，甚至会得不到数据。大家可以通过得到的温度数据转化为对应的头顶的可降水量进行温度计的校准。最好的校准方法是将一系列的在干燥及湿润的天气里测量到的数据和最近的NOAA全球定位水蒸气监测网点的数据进行比对。做校准之前得到的数据越多越好，在天气剧烈变化的日子里最好还要多测几组数据。

如何校准红外温度计以测量可降水量

1. 连续几周多次测量天空的红外温度，测量的季节最好是春天或者秋天，此时天气变化比较剧烈。大家可以用摄氏度或者华氏度测量，只要一直保持某种单位就行，当然华氏度的测量结果更精确。

2. 将数据录入到电子表格中，在A列中填写日期，B列中填写时间，C列中填写获取的红外温度。

3. 找到离你最近的NOAA的全球定位可降水量监测网点，这些信息在gpsmet.noaa.gov/cgi-bin/gnuplots/rti.cgi可以找到。将你测量天空红外温度的时间段的数据下载下来。

4. 这些全球定位的可降水量数据都是30分钟内测量的平均值。在电子表格的D列中，将这些数据中最接近自己测量时间的可降水量填进去。这些全球定位的可降水量数据都是按照协调世界时间测量的，因此在寻找最接近的时间点的时候记住将自己记录的时间转化为协调世界时，这样才能找到合适的的数据。如果是美国东部时间就要加上6小时，如果是美国山地时间就要加上7小时，如果是太平洋时间就要加上9小时，依此类推。

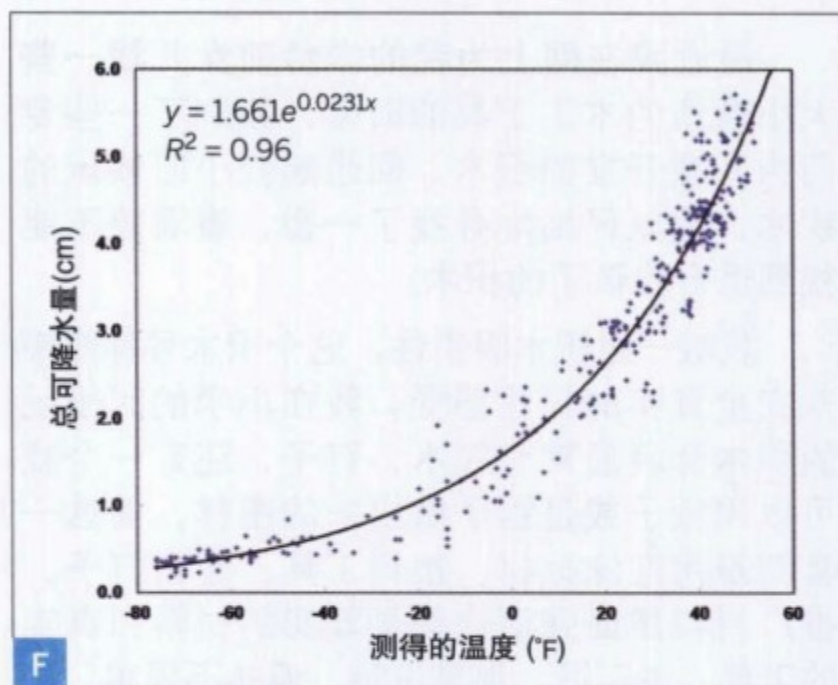
5. 利用电子表格画出一个二维图，其中测得的红外温度标在X轴上，而对应的全球定位网点的可降水量数据标在Y轴上。



图D：价格较为便宜的Kintrex IRT0401（见左图）及IRT0421（见右图）这两种红外温度计，它们正在测量美国夏威夷冒内罗亚测试点上空那些微量的水蒸气对地面的红外辐射。有时候空气太干燥，以至于两个红外温度计不能测到什么数值。

图E：作者最近利用NOAA的全球定位水蒸气接收器（杆子上的白盘子）校准了7台红外温度计，地点就在美国夏威夷冒内罗亚测试点。

图F：通过IRT0421红外温度计测得的数据以及最近的NOAA全球定位系统在2010年5~11月测得的数据的离散图，图中的黑线是根据图中左上角的公式的最佳拟合。 R^2 是相关度，0.96表明这个相关度相当高。



6. 用电子表格的递归功能在图上自动拟合出一条指数曲线。选择在图上显示最后拟合出来的方程式以及相关度系数 R^2 （这个系数表明拟合的曲线的贴合度，1.0表示完美贴合）。

7. 得到的最佳指数拟合方程就是你的红外温度计所需要的水蒸气校准公式。对于绝大部分的电子表格来说，得到的结果会是 $y=ex$ ，其中 x 是红外温度测量结果，而 y 是可降水量。

例如，我的两个IRT0421红外温度计之一的校准结果是 $y=1.661e^{0.0231x}$ ，其中 y 是全球定位可降水量监测点的数据，单位为cm，而 x 则是电子表格中存储测得的天空红外温度的地址。这个关系式的电子表格公式则为 $y=1.661*EXP(0.0231*C100)$ ，其中C100是包含 x 这个红外温度测量结果的单元格。电子表格会自动计算并将对应的可降水量填到表格中去。

大家可以将自己校准得来的公式放到电子表格D列中，这样每次你在相邻的C列输入一个天空的红外温度，表格就会为你计算出可降水量的结果。

福瑞斯特·M.姆斯三世 (forrestmims.org) 是一位业余的科学家，也是劳力士奖的获得者，他被《探索》杂志誉为“科学界最聪明的50人之一”。他的书已经销售了超过七百万册。



培养制作爱好者

安玛丽·托马斯，工程教育学家

适用于孩子们的真实工具

最近我在网上为我的学龄前女儿找一些大小合适的木工工具的时候，找到了一些专门为儿童开发的积木。回想起我小时候玩的积木，我就仔细地寻找了一番，看看能不能找到适合我孩子的积木。

我被一组积木吸引住，这个积木号称能带来完全真实的搭建感受。我在小学的时候玩的积木套装通常有胶水、钉子，还有一个我可以用锤子或是锯子做出来的图样，而这一套则是用泡沫板材、塑料工具、塑料钉子。推广材料里面强调这些是真实的材料和真实的工具。说实话，那是没错，但并不现实。

而真正让人惊讶的是这个玩具在亚马逊网站上标着适合6岁以上的儿童，而制造商的推荐年龄段为6~15岁。几分钟之前，我还很自信地比较着手钻和锤子的价格，而看到这个玩具之后我觉得似乎要让女儿到中学再开始玩那些真家伙。那么到底什么年龄段适合让孩子们使用真的工具呢？

制作一个东西和制作音乐很类似，我们可能觉得要让一个学生读到大学才去接触一个非玩具的乐器是一件很荒唐的事情。但是事实情况是很多的学生在大一的时候对工具毫无使用经验。我最近和一个工程学的教授聊天，他讲起曾经问一个共有35个大一工科学生的班集，问有谁用过电钻，结果没有一个人举手。那么这些人当中又有多少人小时候拆过玩具呢？结果还是没有一个人举手。这一屋子学生可是未来的工程师。

随着我研究孩子和工具的使用，我就越发注意到这些变化的趋势。曾几何时，大家都是放心让孩子们去玩耍金属工具这些真家伙。在20世纪早期，小学里面讲授手工课是很常见的。1900年的时候，弗朗克·鲍尔这

位美国芝加哥大学附属小学的教师曾这样写道：“在当今，没有手工课或是建筑课程的学校是不完整的。”而1964年出身美国西密歇根大学工业教育系的约翰·费雷尔和约翰·林德贝克写的书里面，则讲述小学的小卖部如何布局，建议将各类工具维护好，因为“这些非常锋利而深受欢迎的工具很安全，用起来也很有趣”。而如今我们不可能同时听见“有趣”、“锋利”和“小学”这几个词汇了。

作为一名家长，同时也是一位教师，我非常理解大家恐惧受伤，我也怀疑这是阻碍孩子们获取实践技能的根本原因。而当我们讨论到工具的时候，这种对风险的防护带来的弊端已经多过了益处。前文提到的积木的推广视频里面宣传这个工具很安全，以孩子拿锯子锯手却毫发无伤来证明。我的16个月大的女儿也有塑料工具，但是如果她锯自己的手臂的话我肯定会制止的。

只要孩子有热情，我们提供真的工具、材料，然后辅以恰当的培训 and 监护，大家会对最终的结果大吃一惊的。而更重要的是，你会见证一位年轻的制作爱好者在将想法转化为现实的过程中获取了有用的技能和自信。■

安玛丽·托马斯是美国明尼苏达州圣鲍尔市圣托马斯大学教授工程学与工程教育学的教师。她也是两位年轻的制作爱好者的母亲。



自由制作

考利·道特劳，数字权利维护者

事物的半衰期

制作这件事情吸引我的地方在于：它能让我们按照制作软件的方式来制作实体事物。历史上有两种制作事物的方式，一种是我们成为一名艺术家，可以自己决定如何工作，当然做出来的东西会很昂贵，制作过程会让人很愉快，也让人感到美好。另一种方式就是成为工厂里的一名工人，按照流程来制作，所有的工作甚至每一步细节都是事先确定好的；做出来的东西可能会很便宜，而且虽然有时候做出来的东西很漂亮，但是制作过程并不美好。

当出现软件开发时，突然所有的人都像艺术家那样工作了，但是生产的东西跟工厂的工人生产的类似。软件工具的出现可以很廉价地协调很多人的工作，生产线上无需太过紧密的工作也能保证整个生产过程的效率。

你写这个模块，我写那个模块，我们用版本控制系统来记录我们做的东西，出了问题就更新代码的版本。而一旦最终完成了，软件的无限可复制性可以让我们以大工业的规模销售或是提供出去。我们可以在吊床上工作，而效率远高于在工作室里。

现在我们看“制作”这件事情，我们用了网络和各种软件工具来协调进程，我们互相交流各种解决方案和三位模型并不断提高。我们疲惫的时候就相互聊天，及时地给新手以必要的指导。我们做出来的东西和人们以为的从工厂里出来的东西没有什么区别，但却是我们在车库里、办公室里、起居室里、地下室甚至是厨房里面做出来的。

但是这里软件和实体事物是有本质区别的：实体事物犯了错误是要花费成本的，而软件出了问题，重新写就是了。当实体的事物不工作或者需要替换的时候我们会尽力重用其中的一部分，但是绝大部分都会进垃圾堆。而我们费尽心力做出来的实体事物都是

有有效期的，一般为一个月或者一两年，但是软件是永远有效的。

在软件代码上做迭代设计是一回事，但是利用土壤、碳水化合物等资源来做系列的实验就是另一回事了。可能我们用的资源很便宜，便宜是不错，但这确实是建立在我们使用了子孙后代的资源的前提上的——也就是我们的孩子以及孩子们的孩子的资源。

制作爱好者们并不是侵占资源最多的。这个世界上有很多人，从开心乐园餐玩具到U盘什么都做，用的都是不可再生的资源，未来公元3522年的时候连考古学家都不知道这是什么材料，而这些东西只能用几个月，好点的可以用一两年。我们最好开始想想如何利用土豆皮或者稻草这些可降解材料来制作，但是现今这些数以百万计的东西都是用超级不可降解的聚合物和金属制成的，根本不去考虑如何能降解重新回到生物圈以便重复利用。

但是制作爱好者们肩负着改变未来的重任，我们就像生活在一个美好国度里面的第一天一样。如果我们要像制作软件一样来制作实体的事物，我们需要寻找贴合所用元器件生命周期的办法。如何保证在我们对做出来的复杂事物失去兴趣后，可以将它拆解开来（成为有用的材料或者可以降解的材料）？

考利·道特劳最新一部小说是《制作爱好者》（由美国Tor Books出版社与英国HarperVoyager出版社出版）。他住在英国伦敦，是Boing Boing网站的共同编辑人。



地球上的制作

来自后院的科技报道



废旧笔记本

住在美国芝加哥的迈克尔·丁基斯的工作让人想起古老的雕刻艺术。这种雕刻艺术始于18世纪，当时那些水手们在动物牙齿、骨头以及象牙上雕刻，与之类似的还有用多彩的贝壳和子弹壳来做装饰。

丁基斯用的是Dremel工具操作一根刻针，将草图画到PVC的管子上去。很快他找到另一种画布了。这就是他的废旧笔记本系列，他在白色的苹果笔记本电脑上画满了图画和文字。这种图画是19世纪的风格，但是完全表达出了21世纪对于个人隐私和环境的忧虑。他将黑色的亚克力涂料涂到这些作品上，填满沟壑，然后擦掉。

“这个有点像物体本身生了锈，但是你再也不能碰它了。”丁基斯这样评论这些售价5 500美元的废弃笔记本电脑。

其中一些作品曾经在美国曼哈顿的一个名叫Tekserve的个体苹果电脑专卖店里展出，而且此项展览是这家专卖店的新展馆的

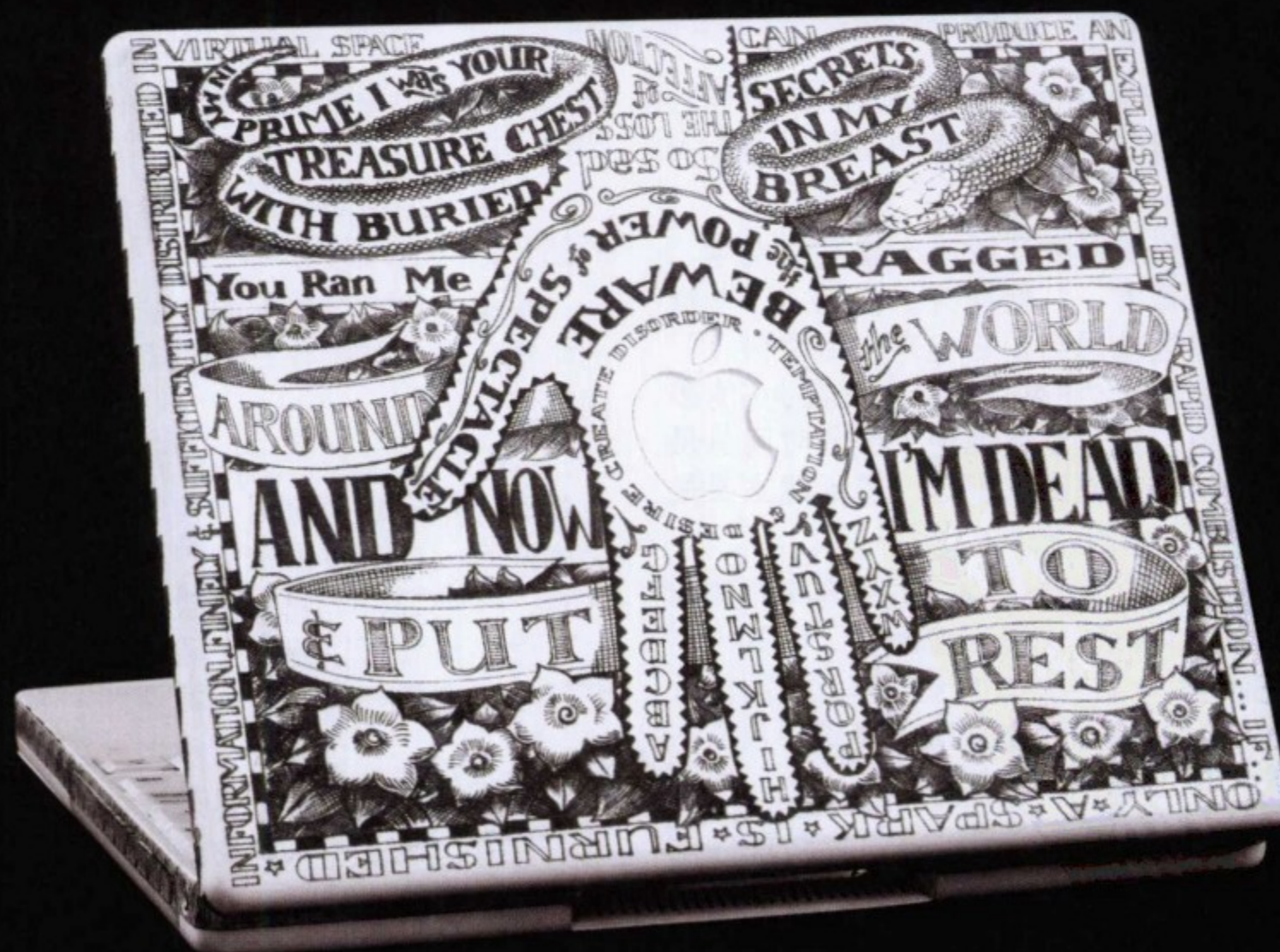
第一次展览，也有一种叶落归根的意味：当丁基斯毫无征兆的在2008年联系Tekserve的时候，这家专卖店送了他8台报废的iBook，而在2011年的夏天，这家店的股东之一的妻子在美国芝加哥偶然看到了丁基斯的作品，然后提出让他回到Tekserve举办展览。

“我们经常把一些老旧的电脑捐赠给艺术家、学生还有一些其他的非商业团体，但是很少看到我们的捐赠成果。”Tekserve的迪克·戴蒙纳斯如是说。

我们也可以丁基斯的话来描述：“开枝散叶，落叶归根。”

——约翰·卡拉斯

» 笔记本电脑画布：michaeldinges.com





观看月球

当杰夫·斯通和他的妻子苏珊决定制作一架望远镜的时候，中规中矩的材料可能无法满足需要。

“我妻子从高中开始就一直打曲棍球，家里有许多球棍，”斯通告诉我们，“这样我们很自然地就想到用它们来作为材料。”这个望远镜是一个8英寸的最大光圈为6的多布森望远镜，整个望远镜绝大部分时间总是处于分离状态，原因在于这个望远镜主要是由这些球棍组成的。

“绝大部分的球棍是妻子这些年来搜集的废弃的或是坏掉的，”斯通解释说，“其中还有些特别的，有曾经在20世纪70年代美国休斯敦太空人队的选手们用过的，这些选手包括马克·豪威，他是高迪·豪威的儿子。”

斯通一直想要一个望远镜，也想过自己制作一台。他和妻子在与约翰森空间中心的天文学家协会的一次旅行中结识了一些业余的天文学家，之后他们意识到以他们的技能

手工制作一个望远镜完全没有问题，于是决定自己做。

“这个工程非常紧张，特别是磨制透镜的部分。”他特别提到。

斯通在约翰森空间中心的任务控制中心的宇宙飞船部门工作，常将望远镜带进去和同事们共享。

“在宇宙飞船行进的过程中，每个轨道上都有一个短暂的时刻，控制中心会和飞船失去联系，这个时候控制中心会让大家稍作休息，”他说，“我会将望远镜放在外面的过道里，大家可以跑过去看看月球或是一两颗行星，运气好的时候还能看到明亮的双子座。”

斯通说他凭借这个望远镜结识了很多的朋友，有过很多愉快的交谈。“制作这个望远镜，特别是用球棍来制作是我有生以来最有乐趣的一件事情。”

——瑞切尔·哈博森



管道居住之梦

在邻近德国小城埃森的一个公共公园里面，荷兰边界以东30英里的一块重新开发的工业用地上，有一个非常特别的旅馆。这个旅馆的创意是奥地利艺术家安德里斯·斯特劳斯提出的，实施则是由一群管理员和网络设计师完成的，他们包括岗达·维斯纳尔、乔治·布鲁南德尔、奥利维亚·斯图兹、克劳迪亚·考格勒、还有尼可拉斯·迪亚曼斯伯格。这个达斯公园旅馆是一个自定义旅费的旅行驿站，总共有5个房间，每个房间都是由2万磅的直径7英尺的一段混凝土排水管构成的。

排水管的后面被封上了，前面则做成了一个门，用的是按键式的密码锁。每年的5~7月可以在网上预约，然后预约者会收到一封邮件包含所预约时段的对应房间的密码。旅馆的服务人员只会过去打扫和布置房间，并收取旅行者留下的各种旅费。

每个房间都有一个复合板做的床，上面铺着泡沫的双面床垫，床占了管道里面的大

部分面积，房内还有个柜子，里面装满了新的床单和枕头。管道顶上有圆形的天窗，白天借助自然光，晚上读书可以用床头的灯。床底下的弧形空间正好可以放行李，每个房间的后墙则用手绘的壁画来装饰。

这些房间里面都使用欧洲标准的220V电源，每个房间有一个交流电插头，可以使用并给个人电子设备充电。房间里面没有独立的卫生间淋浴、自动售货机，也没有水，但是在附近的公共场所还是很容易找到这些设备的。

——锡安·迈克尔·瑞甘

» 德国式的招待：dasparkhotel.net



太阳能沙滩车

迈克尔·汉姆和肯尼·汉姆兄弟有一个目标：制作一个价格低廉的电动机车，让大家对可持续能源感兴趣。2009年的时候，他们制作了一个三轮的电动车，叫做动如风（TWEAK），这是一个太阳能三轮车。“我们希望制作一辆能自己充电的车。”肯尼如是说。

为了寻求对此项工程的支持，他们在美国新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯大学里面开了一门选修课。“我们的学生（8个男生和2个女生）的年龄和经验正好形成了完美的组合，”这位30岁的美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的计算机视觉科学家迈克尔说，“他们解决问题的方式、方法是我们从来没有想到过的。”

这组人搞来了一大堆的部件——包括一个教室里面的旧座位、一个大众甲壳虫汽车的专项悬吊部件、一块密封铅酸电池、一个太阳能电池充电器，还有3个摩托车轮胎。然

后，他们将这些零件装成了一个沙滩车，总共造价为1 000美元。两个无线电钻通过一系列的自行车部件和摩托车链条为后轮提供了动力。

“我们犯的一个错误是买了12V的太阳能板去给36V的电池组充电，”美国堪萨斯州立大学24岁的机械工程学生肯尼说，“我们做了一个电路，让电池组放电的时候电压处于36V，而充电的时候电压处于12V。”

尽管这辆车很重，也很慢（总功率为2马力），但是确实能开动。“我们常将这个车称为‘TWEAK’原型机0号，因为我们很清楚，这辆车只是一个学习过程。”迈克尔说。

他们下一步则是要做ApocalypsEV-1，这是一台小型的可以上街的电力机车。

——罗拉·基尼瑞

» 太阳能巡洋舰：makezine.com/go/tweak



移动风琴

多才多艺的制作爱好者马修·柏佳提至今能清晰地回忆起童年时代郊区的邻居家到处都是巨大的风琴。“我记得作为一名童子军游行表演的时候，看着年龄大一些的人们打开一段地板，露出木制的沿着龙骨和导管切出奇特角度的风琴。”也是在柏佳提坐在台前演奏“皇家游行”的时候，注定了他会爱上风琴。

管风琴就像恐龙一样绝灭了，很多的教堂都不用它们而是改用扩音系统了。而对26岁的柏佳提来说，管风琴最不利的一点是只有特定的人才能演奏，“如果我能建造一个可移动设备，就可以把它做成管风琴，再将其改成由MIDI控制，这样我就可以创造互动式的管风琴安装，并将对这种超棒的乐器的喜爱分享到更多人中去。”他这样做了，于是移动式的管风琴诞生了。

柏佳提花了一年的时间设计、搭建并制作部件，同时募集资金。现在基础工作做完

了，后续的工作就简单了。左右的部件都是通过CAD里面的简单的表格完成，因此每当他得到新的管子，他做完测量，管风琴的模型就生成了，而管座则是用3/4英寸的胶合板通过激光切割而成。管风琴播放的时候用的是j-Omega的MTP-8通过MIDI信号来控制各个阀的，他的笔记本电脑上还有一个USB转MIDI的转换器。理所当然的，这个项目是开源的。

现在柏佳提希望能将东西做的“更大、更好、更诡异”。当他在2011年的美国纽约制作爱好者大会上装起来的时候，当地一个机器人小组用它来播放超酷的摇滚混音版的乔尼的《Don't Stop Believin'》。还有什么比这个更完美呢？

——高利·莫哈默德

» 更多关于柏佳提的信息请参阅：har.ms



博乔科的重力驱动的竖琴

我曾试图不再制作音乐器械，但总是接到一些我无法拒绝的项目。我一直想着做完最后一次——一次大项目就“金盆洗手”。这时我在美国麻省理工学院媒体实验室遇到了博乔科。她需要一些音乐机器人。这个就是我期望的一个大项目。

博乔科有一个很棒的远见，她希望能创造出利用自然力来演奏音乐的技术。她希望能利用重力来演奏一个新曲子《冬至》，最好是用巨大的钟摆来演奏。《冬至》这首曲子有不同寻常的时间标签和从不重复的结构，我用单一的大型节拍器无法演奏，但是也许能用几个钟摆像傅里叶变换一样将旋律分解。这个到底有多难呢？

结果是相当难。然后这个项目就从一个电影变成了一个现场秀。我们做了无数的原型，也重新设计了无数次。最终的结果是直径30英尺、高20英尺——一个拥有38个钟摆的大怪物，里面还有152个计算机控制的电

机。而漂亮的软体设计则变得有工业化的凝重感和危机感。博乔科和我因此还做了噩梦，最后也相互交流了这些梦。

在还剩30天的时候，我们从草图重新开始，我画了一个全新的更简单的设计：4个同步的钟摆、4个圆柱形的竖琴，旋转起来可以演奏不同的音符。我们的小组成员则绕着钟制作4个完全的渐进式的原型，在第30天的时候，我们将最后完成的这个音乐器械通过海运邮给博乔科用来在美国曼彻斯特国际音乐节上发布的新专辑《Biophilia》伴奏。

这就是我所期待的大项目。但是这个并没有成为我的天鹅绝唱，我又充满了更多的想法，又有无数的激情去制作其他的音乐器械了。也许我说“金盆洗手”一直都是在开玩笑。

——安迪·卡瓦托塔

»重力演奏的美妙音乐：makezine.com/go/cabatorta



DIY赛格威踏板车

机械工程学生查尔斯·关自己做了一个踏板车，叫做另类赛格威，它有着很多的极客们所欣赏的亮点。这辆车子没有任何的软件、微控制器，也没有数字逻辑电路。他用了一个完全的模拟系统来复制了这辆电动机车，用到的只有运算放大器和无源元器件。这也不奇怪——这位美国麻省理工学院的研究生从11岁的时候就开始制作机器人和其他奇怪的机车了。

这是一个经典的倒立摆问题，这个赛格威踏板车系统是不稳定的——这一点已经由赛格威的老板亲自证明了，这位先生在测试一个新的全地形型号的时候不幸遇难了。这个系统的不稳定性源自系统重心高于转点。这样系统有两个自由度，即摆的角度自由度和基座的水平自由度。

“‘赛格威数字’控制器需要完成的是将基座在任何时间都控制在你的重心下面，如果你用离散时间（数字）控制的方式分析

代码，会发现绝大多数的赛格威踏板车的控制器就是在做这件事情。”关如是说。

这辆另类赛格威用的是和通常的系统一样的陀螺仪，甚至是和iPhone里面用的一样的加速度感应器，但是在高速运行时还是不能补偿身体的前倾。因此这辆车最快只能开每小时8英里，也就是说，如果你不想摔出去，最快速度就是这个数字了。这辆另类的赛格威用的是35个磷酸锂电池组，充电需要10分钟，充完后能用2小时。

不幸的是模拟元件对周边温度和电压噪声非常敏感，因此这辆车和其他的赛格威踏板车是不能相比的。

——杰弗里·詹姆斯·斯通

» 全模拟赛格威: makezine.com/go/segfault

制作爱好者

卡尔·马裘里斯： 硬件破解大师

通过反向工程破解数据。

盖瑞·沃尔夫

卡尔·马裘里斯制作的大部分工具有着纠正自身的功能。在马裘里斯称为七零八碎的实验室 (nonpolynomial.com) 里，这些工具从实用主义的角度来看，一开始总是让人觉得没有什么用。通常的情况是他制作这些工具的目的就是想看看自己能不能做出来，从中得到学习，然后付之一笑，再启发其他的思路。

他做的机器人能完成一些工作，比如根据游戏的得分给玩游戏的人做鸡尾酒饮料（得分越高的人喝的酒度数越高，这样就会促使得分下降，于是就喝淡一些的饮料了），或是用Wii的远程摄像头记录旋转中的悠悠球。马裘里斯也痴迷于硬件破解，包括常见的游戏控制器和商用设备，将它们的性能扩大到厂商允许的范围之外。

我第一次遇到马裘里斯是通过“量化的自己”（一个个人健康检测技术会议），他当时在那里展示一个名为“探寻自身的奥秘” (openyou.org) 的项目，

“探寻自身的奥秘”致力于为个人信息设备制作开源驱动，包括计步器、血压监控仪、体重计等。这本来就是我们自己身体的数据，为什么一定要到生产商的网站那里才能获取到呢？

我对马裘里斯的工作了解越多，我对他对这个世界的视角就越感兴趣。他认为这个世界是由一系列可操控、可互联的部件组成，不会因为某些市场调查说的“没有人愿意这么做”而受阻碍。

而且当可编程的硬件让游戏世界丰富多彩，进入了我们生活的方方面面时，马裘里斯在他进行的硬件破解上的工作也有了一些实际的意义。

盖瑞·沃尔夫是《Wired》杂志的编辑，他在这个杂志上定期撰写与科学文化和技术的相关文章。他也是quantifiedself.com这个“通过数字了解自身”的博客的共同创始人。



逆向哲学

卡尔·马裘里斯在美国加利福尼亚州伯克利的家里的工作室中，他手里是拆开的Keepon机器人玩具。

我最近向卡尔·马裘里斯问了一些很直接的问题：

盖瑞·沃尔夫：为什么你会去破解游戏控制器呢？

卡尔·马裘里斯：大多数人会以为这些仅仅是游戏控制器，但是一旦你掌握这些技术，并将其用在非游戏领域，你会发现，它们的用途其实很广泛。

而且这些技术随处可见，游戏控制器要想在市场上获得成功，价格必须要在合适的区间内。而其中原本很昂贵的传感器的价格降低则为整个游戏控制器的成本下降贡献了一大块。Wii的遥控器里面有加速度传感器，红外相机还有个蓝牙接口，但是总共才40美元。这在当年这个遥控器面世的时候是绝对难以想象的。

盖瑞·沃尔夫：你自己最得意的一个破解是什么？

卡尔·马裘里斯：我最喜欢的一个项目是写了一些软件，让大家可以在Novint Falcon触觉设备上开放编程（home.novint.com）。这个控制器的作用基本上就是让你能够感受三维的力，因此能够让人感觉到开枪时的后坐力，也能感觉到物体表面的纹理等。

这个Novint Falcon的价格是250美元，但是它对应的科研半控制器则价格高达30 000美元。我在为这个东西写驱动上花的精力比我搞清USB协议花的还多。其中要弄清终端效果设备（手里拿着的控制器）的位置，也有很多很复杂的数学关系要处理。当年这个控制器是由不同国家多个大学的很多人通力合作才研究成功的，现在已经应用在很多方面了，比如分子生物学研究、牙齿摘除仿真技术（forsslundsystems.se）。

而且绝大都数人提起“触摸”，想的无外乎“多点触摸”或是“震动”，因此如果有一种新的反馈方式一定能让大家耳目一新。

盖瑞·沃尔夫：平日里你在Mozilla公司做硬件工程师，你具体的工作是什么呢？

卡尔·马裘里斯：我参与的是一个完全开源的基于网络标准的手机操作系统项目，我们称之为“直抵Gecko内核”。我们在建造一套系统，它能让手机直接启动到网页浏览器，而我做的事情就是通过java脚本来拨打电话。

盖瑞·沃尔夫：这就意味着我们不再需要应用商店，不需要移动软件的终端许可协议，直接使用手机上的开放操作系统，对吗？

卡尔·马裘里斯：这意味着无论网络上的发展方向是什么，手机都能紧追其后，而不再取决于做操作系统的公司提供的API的能力了。大家可以想想我们为了让手机和其他设备互联遇到的种种麻烦事情，现在只要有个驱动能将一样设备的数据导到网页上，同样也能导到手机上。

盖瑞·沃尔夫：你为什么选择破解硬件呢？

卡尔·马裘里斯：我毕业后的第一份工作是和教育机器人相关的。我了解到世界上有许许多多的硬件，人们希望能加以利用，但是却因为种种限制无法达成目的，我就希望为他们来做这件事情。但是我对硬件、软件都很在行，我希望能支配设备的方方面面，从内部的电子学到外部的用户界面。

盖瑞·沃尔夫：我来问你一个有关“量化的自己”的问题，你现在都破解了哪些个人信息设备了？

卡尔·马裘里斯：很多消费类的硬件，如Fitbit、Neurosky脑电仪、Emotiv心电图机、欧姆龙的血压监测仪，这取决于我手头有哪些东西。

盖瑞·沃尔夫：破解这些设备最大的障碍在哪里？缺少驱动吗？

卡尔·马裘里斯：这个与破解的对象有关。这里还分两个难度，一个是获取某一个人的数据，更高难度的是获取所有人的数



✎ 卡尔戴着Neurosky的Mindset，这是一个开源的基于蓝牙的脑电设备，他手里拿着的是破解过的Fitbit，他能通过这个设备获取里面搜集的所有生理信息。

据。如果要获取某一个人的数据，最大的障碍是软件驱动。我一直认为，只要厂商提供了让客户上传数据到某个主页的功能，我们都应该能不需要上传就得到这些数据。

更困难的情况是有时进行诊断需要的数据样本远大于1，这里就能看出这些硬件厂商的优势了，他们可以从数百数千甚至数百万的用户那里得到数据进行处理，然后进行分析，最后再依靠这些数据创造出新的服务项目来。但是用户本身是无法做到这一点的。

盖瑞·沃尔夫：因此只要有“量化的自己”这个平台，任何人都能得到一个可选的数据综合站点了？

卡尔·马裘里斯：表面上看起来，是这样的。但是这样会带来很多问题，如保持这些数据的成本、用户私人信息的许可等。这个问题很复杂，与此相比，工程部分的工作倒是简单了很多。

盖瑞·沃尔夫：你的父母了解你现在做的事情吗？

卡尔·马裘里斯：我的父母都是程序员，我从小在计算机旁边长大，他们一直对我做的事情持鼓励态度。

盖瑞·沃尔夫：你对EULA还有其他的有关对破解硬件进行限制的法规持什么态度呢？完全忽略、遵守还是选择某个平衡点？

卡尔·马裘里斯：我所坚持的是“寻求原谅，但是不寻求许可”的哲学。当然这里的“寻求原谅”有时候的意思就是“不要把我告上法庭”。

很多时候，我做的事情是完全合法的。由于我破解的很多硬件都是很简单的基于USB通信的，传输的物理介质是我自己的，而传输协议本来也就是我的专长，我获取这些数据满足在DMCA等级是合法的。

我从来没有试图去侵犯某个公司的经济权益，也从无恶意。我希望这些设备按照我的意愿去工作，但是又不想自己去从头到尾做一个设备。

盖瑞·沃尔夫：你对那些希望做和你同样事情的人有何赠言？

卡尔·马裘里斯：反向工程的大愿景是有一天我们再也不需要反向工程了。那个时候我们就胜利了。✎



优美的振动：

机械发声器

回顾过去100年来各种能发出有趣声音的机械杰作。 鲍勃·奈特泽哥

远在iPod、MP3播放器甚至能利用电力之前，人类就已经能够通过机械的和模拟的手段记录音乐与演讲。托马斯·爱迪生在美国纽约门罗公园安家之后，第一项重要的发明就是实用的唱片。他在1877年的设计就是用一个尖锐的手写笔按到铝箔的柱体上，如果曲柄转起来的同时对着喇叭喊话，声音的振动就会在旋转的圆盘表面留下螺旋的痕迹。当重新沿着这个痕迹的上下起伏走一遍，这种振动就会将原来的声音重复出来。爱迪生将这项发明展示给了公众，当时他将儿童歌曲《玛丽有一只小羊羔》记录并重放出来。

有人说他选择这种方式太过轻浮，这个发明原来的目的并不是为了娱乐（爱迪生当时正在研究一种可以记录电报的技术）。留声机的第一个应用是一个可以讲话的玩具娃娃，但是很不幸的是后来发现这些脆弱的陶瓷头娃娃太贵，不牢靠，孩子们很难操作（要想这个娃娃保持说话需要缓缓的转动一个曲柄）。这个娃娃在商业上失败了，于是爱迪生转而研究其他东西去了。

在20世纪早期的时候，还有其他人曾对留声机进行改进，有的用蜡来代替金属箔，有的是刻出沟道而不是按出来的，有

的用盘子来代替记录的圆柱体，这样只要对着盘子印就很容易进行复制了。这些各不兼容的形式都有自己的热衷者。有些人称爱迪生用的这种圆柱体上恒定的唱针速度加上一些峰谷的调制效果（这些沟壑有上有下），得到的声效会比唱盘那种变速唱针的上下调制会更好，而且变速唱针还有音调失真的缺点。不管怎样，就像Betamax录像机和VHS录像机最终消亡一样，技术上虽略差，但是唱片最终广为流行。

40年后，随着广播和电子放大唱片的发展，磁带式机械播音器渐渐消亡。1952年，路易斯·麦克斯公司制造出机器人罗伯特，这是一个方头方脑的机器人，只要旋转它脑后的旋钮它就能说话，这一点倒是和爱迪生的玩具娃娃类似——声效差，速度难以调解的缺点也类似（参见makezine.com/go/robert）。最近有位收藏家利用一样的模具重新复制了这个玩具，但是加入了现代的电子声效芯片来提升播放质量。

1960年的时候，Mattel公司推出了一个新的可以说话的玩具娃娃，完全颠覆了爱迪生版本的娃娃。这个叫做“健谈的凯西”的娃娃很牢固，声音很漂亮，价格不高，更重要的是孩子们玩起来也很方便。只要一拉弹簧，凯西就会说11个短句子中的一个，比如“给我讲个故事！”或是“请带我走！”Mattel公司为这个玩具设计了一个软塑料的脑袋，上面还装了头发，另外还提供各种附件，如童车和装满各种主题衣服的衣柜。当然这些附件是另外收费的。由于它利用了全国的电视推广（makezine.com/go/chatty），健谈的凯西获得了巨大的成功。

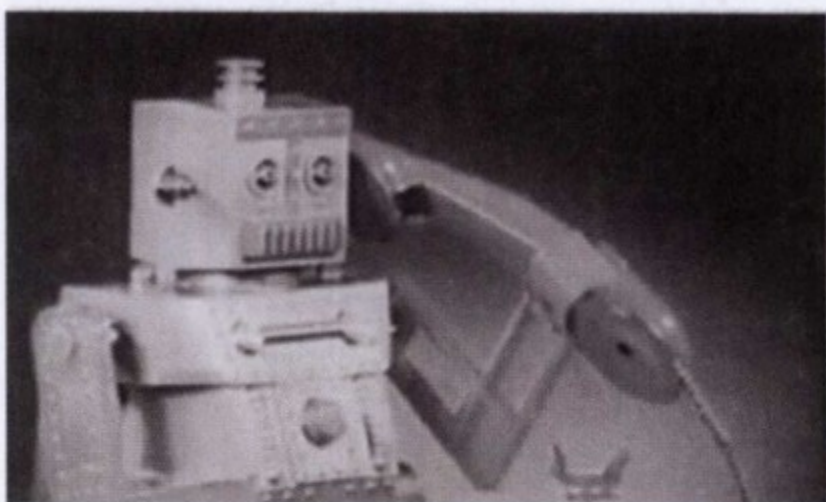
这个玩具甚至启发了电视剧《边缘地带》，其中一集是“洋娃娃活了”，里面的能说话的蒂娜娃娃的声音与凯西娃娃有点类似，但是感觉更加阴险（“我是会说话的蒂娜——我不喜欢你！”）。这个配音是由朱安·佛瑞完成的，凯西娃娃的声音



留声机先驱：

（左图）托马斯·爱迪生与他最初的1877年的留声机。

（下图）1952年的麦克斯玩具公司出品的可以说话的玩具：罗伯特。



也是由他配的，他还给很多电视卡通人物配音，包括飞天松鼠若科瑞、娜塔莎还有圣诞怪杰中的辛迪·娄虎。

玩具娃娃中起作用的是一个特别设计的发声单元，由前雷神公司的火箭设计工程师、室内玩具大师杰克·瑞安发明。与之前的扭动发条不一样，孩子们玩这个玩具只需要往外拉一个带子，这个带子绕在一个强力的金属弹簧上。在拉动带子的同时，带子（穿过唱针杆的一个孔）自动拉起将唱针复位到唱片的原始位置。

玩具中的微型唱片有着同心轮的结构，这个和单独的连续纹路（比如常见的唱片）不一样，这个盘有多条纹路相互交织并呈螺旋放射状。这些纹路的布置有讲究，各路纹路对应的声道是沿着圆周分布的，就像我们的钟表一样。当唱针落在旋转的唱片上的时候，落到哪个道上是随机的，“你永远不知道她下面要说什么”，就像健谈的凯西的广告里那样宣称的。

和唱片不一样，这个发声装置里面的苯乙烯圆锥扬声器是固定在一点的，而用一个小弹簧顶着活塞插进高低调制的沟壑中。这个圆锥扬声器也在声学上和移动的T形长臂的上边沿弧边相耦合。唱片用结实

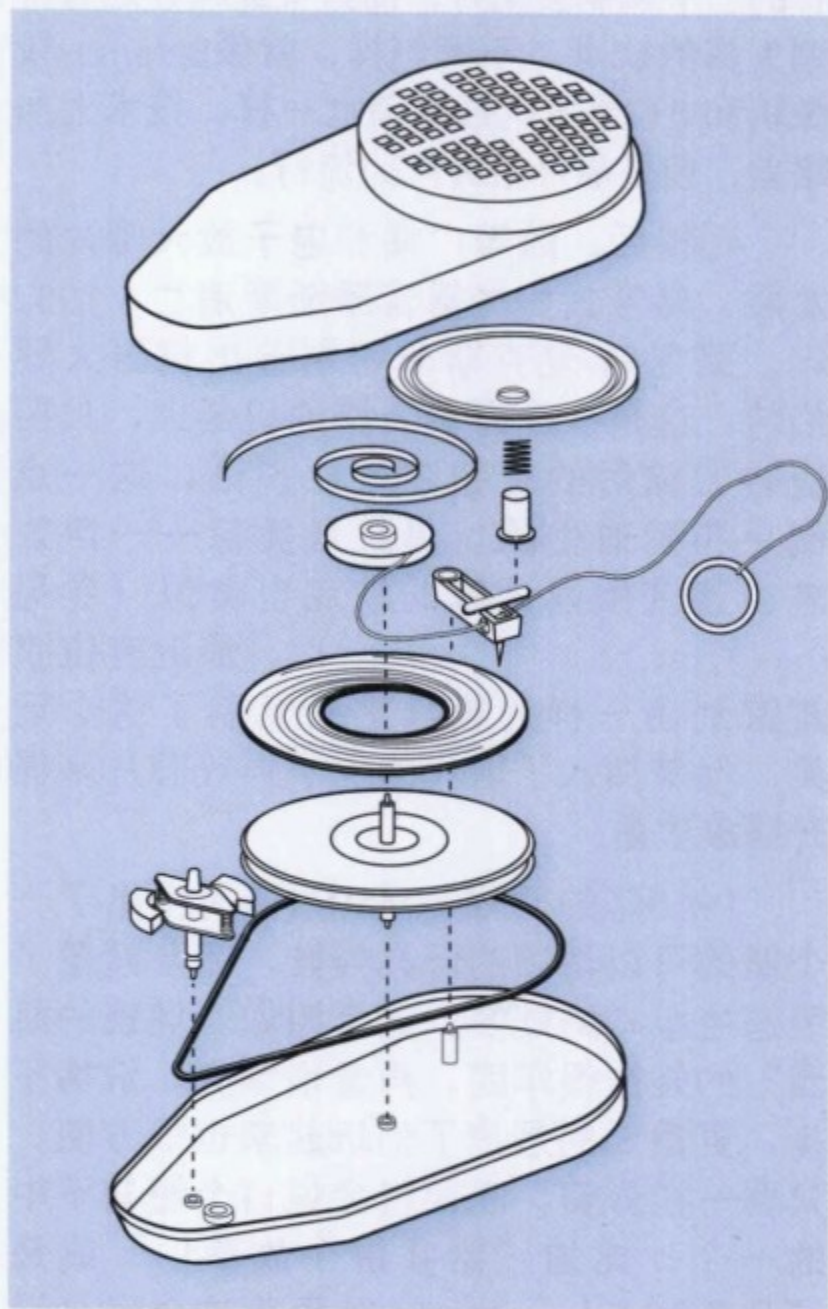
的光滑尼龙制成，可以保证持久耐用而又能平滑运行。这个设计能发出高亢明亮的声音，音质也很好。活塞上有着恒定的压力，使得针一直处于沟壑中，这样发声单元就不需要像唱片一样依赖重力了——倒过来也能工作，什么角度都行，作为一个玩具来说很完美。

为了让唱片能平滑且以恒定速度转动，里面用了一个橡胶带和滑轮将其与压铸的离心式稳定器连在一起。像转动的花样滑冰运动员一样，离心式稳定器根据速度的变化来伸长或者缩短唱臂。转得慢了，弹簧臂就会往里收，将其加速；转得快了，臂就会伸出来；如果针头碰到外壳了，那就慢慢地减速。

Mattel后来还换了一个更精巧的S形负反馈弹簧，来进一步提升发音单元。这个负反馈弹簧能以很小的尺寸提供恒定的力（有点像自收拉的木工卷尺）。这个强大的弹簧点击还有额外的力矩，可以用来驱动不同玩具商的其他机械装置。会说话的米老鼠脑袋上下动，源自美国ABC电视台《有趣的公司》的玩具娃娃害羞的瓦莱特可以开合眼皮并移动嘴唇。

同样的基本机械发声设备也用在了其他各式各样的玩具中。芭比娃娃、有声书籍、有声玩具、木偶等。由于这些微型声音播放器能重现可识别的话和声音，它们很自然地被用在了带著名口头禅的经典人物造型上了。拉一下绳子就能听见罗宾·威廉姆斯配音的橡树里来的莫克说：“Nanoo, Nanoo”；也可以听见赫切尔·伯纳德配音的金枪鱼查理说：“嘿，斯坦科斯特，我的味道不错哦”；或是梅尔·布朗克配音的虫子班尼说：“怎么了，博士？”这些发声玩具人物数不胜数，例如：鬼魂卡斯普、豆子塞西尔、杜丽特博士、猴子、赫曼·明斯特、啄木鸟伍迪、福利普·威尔逊以及弗莱德·弗林特斯通等。

这种拉绳子的动作是如此深入人心，乃至讲故事的木娃娃玩具也用了，虽然它里面的发音设备已经全部是电子电路了。



拉一下绳子：Mattel带错位螺旋沟壑的天才发声单元。（第23页）过去和现在的发声玩具。

寿命最长的拉绳式玩具是Fisher-Price公司的看读玩具，装在唱片轴上的指针可以让孩子们选择想要听的声音。只用点一下，然后拉一下绳子，就能听到摇篮曲、字母歌、数字还有动物的声音。“奶牛在叫了！”

即使到了20世纪70年代，所有的电子发声玩具都出现了，这些机械的发声玩具还是使用重现自然声响和音效的廉价

爱迪生唱片的第一个应用是一个发声娃娃，但是没能获得商业上的成功。



方式。Mattel公司1982年推出的一个玩具——教学电脑TLC，结合了维多利亚时期和太空时期的技术，里面用了一个微处理器来精确控制唱臂在旋转唱片上的落下时刻，可以在40首不同的旋转声道中落在你想播放的单曲的声道上。

现在在一些创新应用中还能见到一些机械声响播放器。大家可以登录makeprojects.com/v/29看一个日本的全纸板唱片播放器玩具和微缩谈话片段的简短视频。

2010年，GGRP这个加拿大录音工作室与制片公司创作了一个纸盒唱片机，获得了大奖，驱动力来自于铅笔的转动(makezine.com/go/ggrp)。

纵观下来，你会发现所有机械发声器的

都有塑料复制版本。日本的套件制作者家肯将爱迪生的设计做了改进，不用锡箔圆柱而是用了塑料杯，不用手摇杆而是用电机驱动。还有个柏林人机械发声套件，里面有带绕圈电机的唱片制作器。大家一起玩吧。✅

鲍勃·奈特泽哥是一位发明家，也是一位设计师，他在制作玩具和其他有趣事物方面有着30年的经验。

DIY 超人

意念吉他大师	P28	指南脚链和心率挂坠 ...	P52
脉搏传感器	P36	DIY 血压监测仪	P54
直达心灵	P41	触觉手腕测距仪	P62
探查眼睛内部的世界 ...	P46	我们所拥有的技术	P66

卡罗尔·瑞丽访谈

她在白天是手术机器人专家，晚上是医疗硬件改装达人。

托德·拉品

大家制作过一些无法正常工作的机器人吗？至少是刚做出来的时候无法正常工作的？在DIY机器人这个领域，这种情况问题不大，即使是工业机器人，影响也有限，但是一旦牵涉手术机器人，偏出1mm很可能就决定生或死了——至少会出现后遗症。欢迎来到卡罗尔·瑞丽的领域，她也是本书中意念吉他和血压监测项目的共同制作人与共同作者。她最近在美国约翰·霍普金斯大学拿到了手术机器人的博士学位，在此期间她为远程手术开发了精确力量反馈手术臂（这仅是她的成就之一）。

现在瑞丽在达芬奇手术器械系统公司

担任直观手术器械制作人。这些机器人不会自主运行，而需要医生使用它来执行精准的手术流程或是通过它的帮助来观察人体内的情况。手术机器人能提高手术精度、减少创口，进而减少病人的痛苦，缩短恢复时间。

尽管她白天的工作是去开发价值几百万美元的手术机器人，瑞丽还是一位活跃的制作爱好者，一直在寻求以简单低价的方案来解决重大的医疗问题。《爱上制作》英文版的记者采访了她，了解她是如何找到自己的激情，并期望如何去改变未来的医疗手术。



你是如何走上制作手术机器人的道路的？

我的父亲是一位工程师，在我8年级的时候就教我和哥哥如何编程。我一直对计算机和工程学很感兴趣。

我从来没想过去当一名医生，但是整个高中我都在医院里面当义工。我在那里感触颇深，希望能够尽一点自己的力量。做一位医生一次只能挽救一条生命，但是做一名工程师却可能改变手术的整个模式，可能挽救数以百万计的生命。

你是什么时候开始做机器人的呢？

我大学是在美国圣塔克拉拉大学读的，我很幸运能在一位教授的实验室学习，这个实验室就是做各种陆地、海洋和空间机器人的。这些实验上手非常快，而且水下机器人很酷。我们做了一个低成本的水下遥控车，在一个池塘里使用。后来我拿到了潜水执照，就把它带出去到实地玩了——这是我第一次制作机器人。

从做水下机器人到做手术机器人差别还是很大的！

我的老师们对我的生活影响很大。当研究生的时候，我遇到一位霍普金斯大学的教授，他在做很多手术机器人相关的研究。我意识到那个领域有很多值得研究的问题，比如如何让机器人有触觉，这样医生可以用手术机器人感觉硬度或者纹理。我最后的硕士课题就是做触觉相关的技术。

机器人技术和人类的判断之间有没有一个恰当的平衡呢？

我一直对自动化的机器人都不太感兴趣，我感兴趣的是人机交互。我不希望看到机器人自己就能进行手术操作，但是我很希望让计算机知道当前手术的状态，能以人类助手都无法实现的方式来帮助医生——比如多出一只手或者让医生看得更清楚。我现在在研发达芬奇手术机器人（youtube/

rP25mga2x8M）的创意手术机器人公司做实习生，这些达芬奇机器人已经能够减少医生的动作，增强可视性，甚至能提供三维视图。手术机器人能让医生变成超级医生。

医生是如何控制手术机器人的？

这是我喜欢思考的一个问题——人类如何与机器交互。这个领域目前还有很多的工作要做。不管机器得到任何的反馈，都应该将这些反馈以较为真实的方式传达给医生。这就意味着这个机器人是一个完全的辅助——只是一个在手术环境下将反馈传达到医生的手术设备。当然它也可以在虚拟环境下，在计算机上将所有的手术室环境都模拟出来。

不管是在哪种情况下，我们的目标都是提供一些更真实的用户体验，这意味着大量的触觉，包括重量、压力和各种纹理。而在虚拟环境中，要提供更多的额外信息，比如各种数字化的数据。我希望机器人将事情办得更自然，去除掉一些无关的信息。

很难想象医生不用碰病人就能完成手术。

在一般的手术过程中，医生能感觉到身体组织的软硬、器官周边部件的压力，也能感觉到整个过程中的生理变化。手术机器人可用在一些极端恶劣的环境下。和工业机器人相比，工业机器人绝大多数情况是在非密闭的环境下使用，而手术机器人则是要在人体内部操作，活动的空间很小。这种受限的空间意味着手术工具会受到很多的物理压力，将那些压力传回到触觉反馈环节是一个比较困难的问题。再加上用的各种传感器要经过高压灭菌器的除菌处理，这个要求就更高了。触觉感知在研究领域是可以做到的，但是在实际操作中，事情就会复杂很多。

那么手术机器人的前沿课题是什么呢？

手术机器人现在还没有达到智能水平，



池塘机器人：仓鼠号水下遥控车，这是美国圣塔克拉拉大学克里斯·基慈教授的机器人课程的作业，当时卡罗尔·瑞丽刚开始制作机器人。

但是我在读研究生的时候研究的内容就是机器人的智能。我觉得下一步的研究就是使它们智能，这也是我们彻底改革手术室的一种方式。现在有3个前沿课题：一个是在手术室中让机器人和真实的人类助手一样工作，这样机器人就能在手术过程中扮演有经验的护士的角色；另一个前沿内容是强化，强化运动能力引导医生完成某项任务，强化视觉，让医生拥有之前无法拥有的能力；第3个前沿内容就是自动完成繁杂的重复性或者乏味的工作，比如完成手术创口缝合。

这些听起来都很棒，但是成本都很贵吧？

现在，制作一个手术机器人成本大概是200万美元，但是这也是我为什么开始了一个叫做ThinkerBelle实验室的项目。项目成员是一群我认识的工程师，我们一起尝试去为重大的全球化的问题来寻求简单的解决方案。举个医疗领域的例子，很多发展中国家的孕妇都有高血压，而高血压会引发很多的问题。在那种环境下，很少有人能知道如何

去正确的读取血压值。因此我们做了一个自动的血压检测设备，用起来很简单，不需要任何培训，价格很低廉（大家可以按照第54页的指导来自己做一个）。

我尝试在两个不同层次上思考问题，我喜欢去参与制作世界上最复杂的机器人，同时也喜欢用低成本的解决方案来解决问题。我意识到这两个问题是在向着不同的方向发展，但是两样我都很感兴趣，因为它们会要求我用完全不同的方法来做设计和制作。■

托德·拉品是Telstar物流的创始人，这是一家为陆运、空运、海运以及太空运输提供解决方案的公司。他同时也是Bernalwood这个关于美国旧金山Bernal山附近事物的博客的编辑。

意念吉他大师

扔掉控制器，用你手臂肌肉的电信号来演奏歌曲吧。

罗伯特·阿米格、卡罗尔·瑞丽

我们为那些截肢的人制作了意念吉他大师这个有趣的康复锻炼工具。这里我们会向大家介绍如何做出一个价格低廉的意念吉他大师，这样谁都可以不用按按钮就能玩吉他大师这个游戏。这里用到的有一个手铐式电极、Wii的吉他控制器，还有一些开源的代码。

材料和工具

整个项目的成本在500~1 500美元（不包括计算机），这个差别在于你是选择直接购买电极放大器还是自己去做一个放大器。

Nintendo Wii 游戏控制器

吉他大师III：摇滚传奇游戏，带吉布森 Les Paul吉他控制器的无线包

DB9 D-sub连接器，母头，焊接型的，amazon.com的货号是#B0001-21YX2

RS232串口延长线，DB9公头转DB9母头，这个在Cables To Go公司(cablestogo.com)的货号是#02711

运行Windows XP（32位版本）的笔记本电脑

肌电电极，银-氯化银材料，双极型的（1盒）我们用的是Duotrodes的，这个在Myotronics(myotronics.com)的货号是#6145。这些电极在演奏的时候是耗材，一盒总共有135个。

卡扣式纽扣，布店里都有

Myoelectrode电极放大器（4~8个）。每一对电极需要一个放大器。用的电极越多，这个意念吉他大师就能越精确地解码手指的动作。商业级的研究用的放大器比如Otto Bock医疗与创新技术公司的（货号#BE328），价格大概是每个通道500美元。另一个选择就是自己做，可以选开源假肢项目的开源肌电信号处理器，这个处理器里面有16路的放大器，价格大概是250美元（也就是每个通道16美元），相关资料在openprosthetics.wikispot.org和code.google.com/p/myopen可以查到。

最便宜的办法是自己用运算放大器来打这个仪表放大器，约翰·G·韦伯斯特和约翰·威廉·克拉克

的《医疗仪器：应用与设计》一书（美国威利出版社1998年出版，ISBN 0471153680）的第263页有详细的描述。这也是罗伯特讲授的机器人课程上我们只做肌电放大器的方式，《爱上制作》英文版实验室也是如此搭建并测试意念吉他大师系统的。相关指南与电路板布线文件，请参见makeprojects.com/v/29。用这个方法，4个通道只需花费几美元。

大家也可以尝试使用Linear公司(linear.com)的运放芯片，每个通道的成本大概是4美元。我们没有试过这个，但是我们曾经找过一个运放，要求有1 000~10 000的可配置增益，有高共模抑制比以抑制噪声，还有单芯片封装。LT1167这个芯片看起来很不错。

数据采集板，这个在测量与计算公司(mccdaq.com)的货号是#USB-1208FS。这将用于数据的存储于分析，它能将实际信号（比如力和肌电信号）进行采集并发送到计算机进行处理。

USB视频采集设备。我们用的是一个通用的设备，型号是VC-211A，实际上只要能支持640x480或者720x480NTSC制式的就可以。

螺丝刀：Torx的T-10还有#0号的十字螺丝刀

高速旋转工具，比如Dremel的

烙铁与焊锡

软件

Matlab R 2010b版本，更新的也可以，这个要从MathWorks购买(mathworks.com)

Matlab数据采集工具箱，同样来自Mathworks

Matlab信号处理工具箱，同样来自Mathworks

MiniVIE，来自于Myopen项目（参见code.google.com/p/myopen/source/checkout）



不用手，照样尽情摇滚

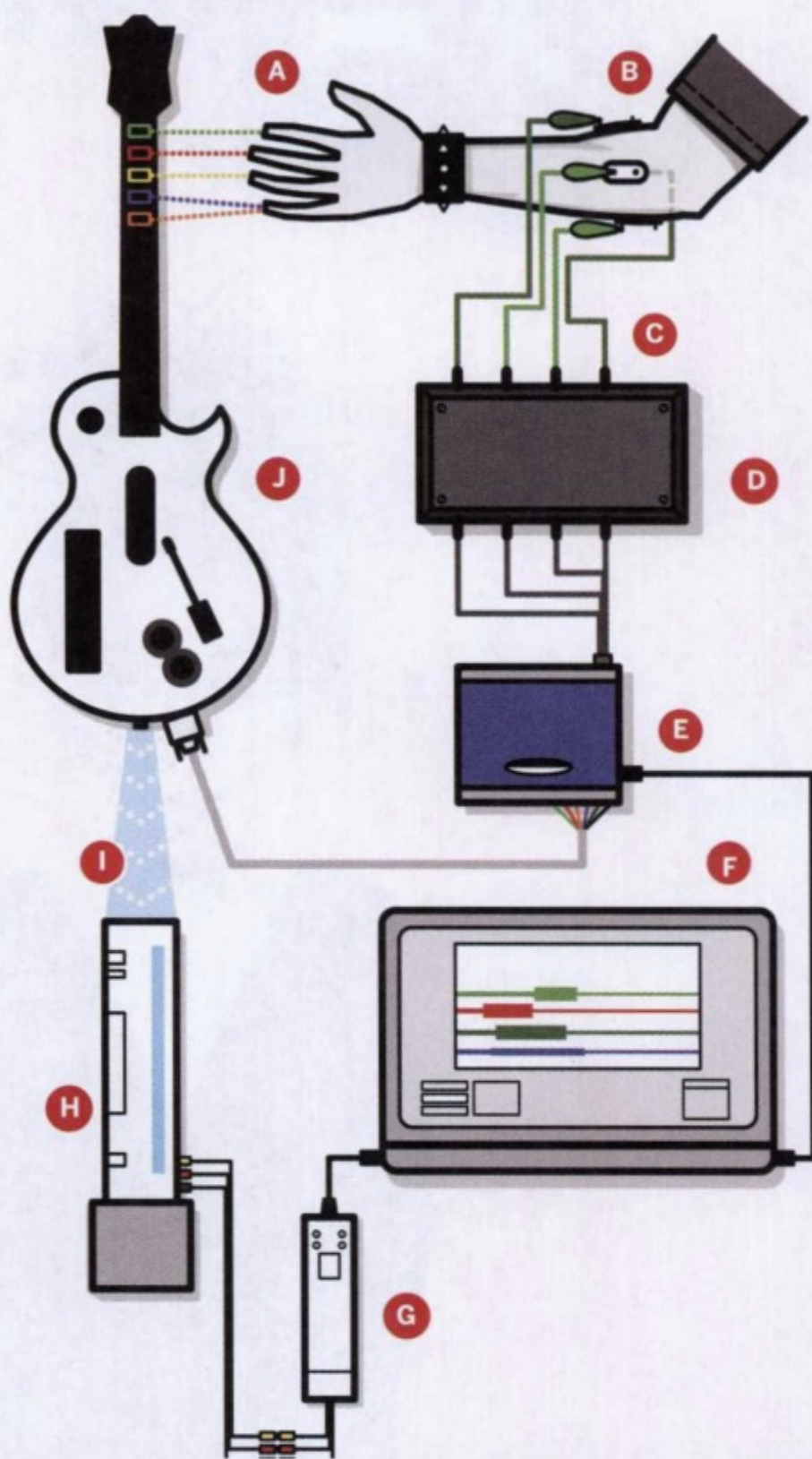
在演奏这个意念吉他大师的时候，移动**A** 4个手指，对应的就是其控制器上的前4个按钮。

B 手臂上的电极会检测到手指移动时肌肉上传来的微弱电信号，这些**C** 肌电信号通过对应通道上的**D** 放大器进行放大。放大后的信号通过**E** 数据采集板进行采集，然后采集板将结果传送到**F** 笔记本电脑。

G 是USB的视频采集设备，将Wii游戏控制台里面的吉他大师视频拉到计算机里面，给训练软件用。

这个**I** 意念吉他大师软件将各个肌电信号的总信号进行解译，找到4个按键每个按键动作的信号，然后将对应的按键命令发送到**J** 已解译的意念吉他大师控制器，控制器再传给Wii。当你按下某个音的时候，Wii就会自动发出弹奏的命令。这样演奏就开始了。

注意：在使用意念吉他大师时最难的演奏要求你伸出小拇指来按第5个音符。这个动作训练起来更加困难，解译也更加麻烦，因此在本文中没有用到，当然训练我们的意念吉他大师系统来识别这个第5种动作显然是可能的。大家可以将其作为一个对自己的挑战。



Wii-Hab实验室：意念吉他大师系统是如何工作的。

当一块肌肉收缩或者舒张的时候，会产生电活动。在电击事件中（数百万伏的等级），这些信号通过表皮上安放的传感器可以检测到。测量、评估然后处理肌肉电信号的技术都称为肌电学。

意念吉他大师用肌电信号向Wii控制器发送信号来进行控制，但是由于动动手指头产生的

电信号实在太微弱，我们需要做一些额外的处理来产生可靠而准确的命令。我们的系统使用了模式识别算法来判断肌电信号中的波形，然后决定需要激活的彩色按钮。

这个算法需要训练数据提供所寻找的喜好特征的样本，首先你需要正确地用吉他演奏出屏幕上

的音符，与此同时要用电极将你的肌电信号记录下来。

然后，记录下来的数据会被用来训练出识别下次动作的一个模型。

再接下来，熟能生巧，玩这个游戏能有助于改进肌肉状况并提升灵巧性。

1. 改动吉他控制器

意念吉他大师的系统需要向游戏控制器发送计算机产生的命令，我们是通过USB-1208FS数据采集板发送这些数字输出的命令的。实际上我们用的快速但是稍显简陋的方案是改动吉他控制器，换掉那些平常按下的手动按钮。

将Wii遥控器与吉他控制器断开，打开并取走吉他的上部和前面板。将吉他前面的4颗#0号螺丝和后面的8颗T-10型号的Torx螺丝拿掉，这样就可以打开控制器了（别忘了撕掉那个“撕开无保修”的标签，下面有最后一颗Torx螺丝）。

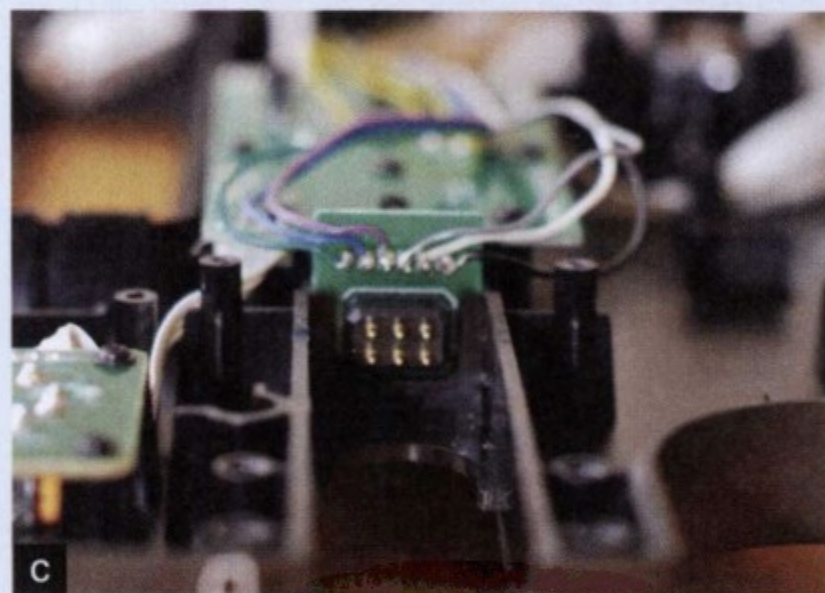
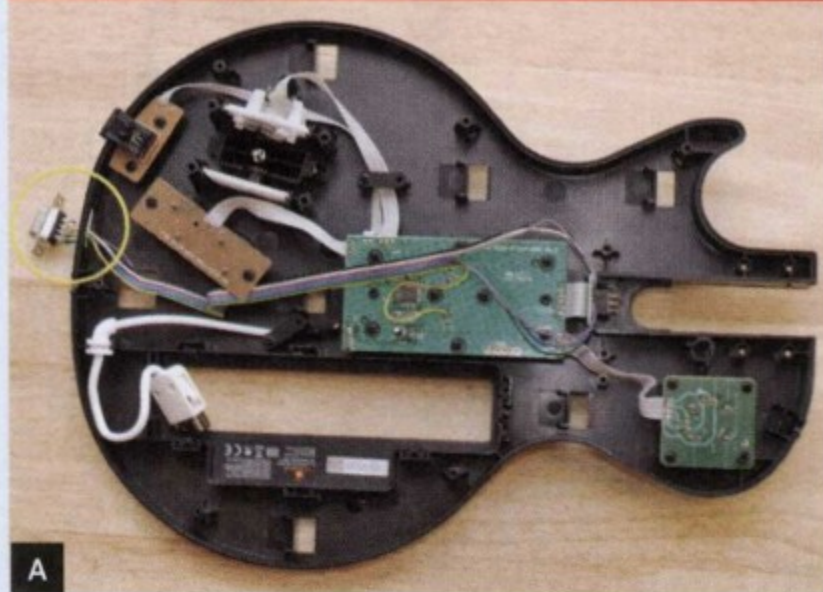
用Dremel工具，扩出一个可供安装DB9插头焊接座的D形孔（图A中已圈出）。沿着连接器的化纤外边沿，然后渐进地除去基材，不断确认连接器是否能装上去。记得在连接器的两侧要留下足够的地方来安装固定螺丝。

当连接器可以安放好的时候，将安装螺丝的中心位置描上去，钻两个小孔，然后装入2颗小螺丝（用你卸下来的8颗Torx螺丝中的2颗也可以），检查一下是不是大小正好（见图B）。

将焊接连接器去掉，改成电缆。这里要加上7根12号线，分别对应焊接座的1~7号脚（一个接地，加上5个音符按钮，还有一个弹奏按钮）。将1~6号脚与吉他上部的6个通孔连起来，穿过去的针在下面的时候，对应的顺序是从右到左。将7号脚和和弦开关的两个触点之一连起来，上和下都可以（见图C）。检查所有的电线是否都牢固，然后合上吉他面板。

检查一下你的工作。用万用表来检查1号脚（地）与其他2~7号脚（绿色、红色、黄色、蓝色、橙色按钮还有演奏的上和下按钮）之间的通断。对应的按钮在没有按下去的时候，不应该有任何连接。

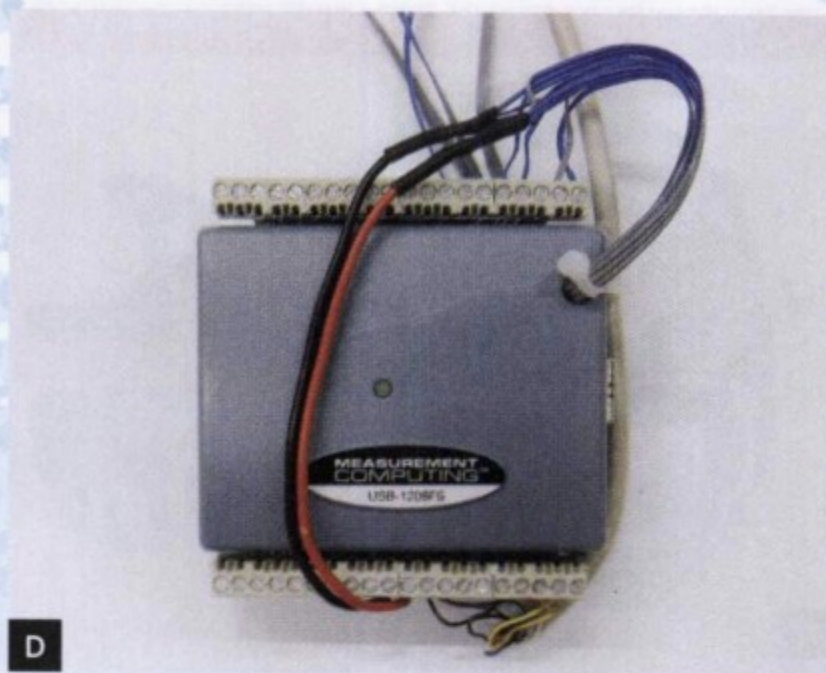
时间：8小时 难度：难



2. 配置数据采集板

下一步，用一段3英尺长的串口线连接到USB-1208FS数据采集卡的数字输入/输出口上。你所需要的只是这个长度为6英尺的串口线的一半，因此可以将带公头的一半切下来并与数据采集板进行连接。

将串口线的1号脚和数据采集板的第29号端子连起来，将2~6号脚分别与数据端口



A0~A4（对应的21~25号端子）连起来，将电缆的7号脚与数字端口A7（第28号端子）相连，如图D所示。

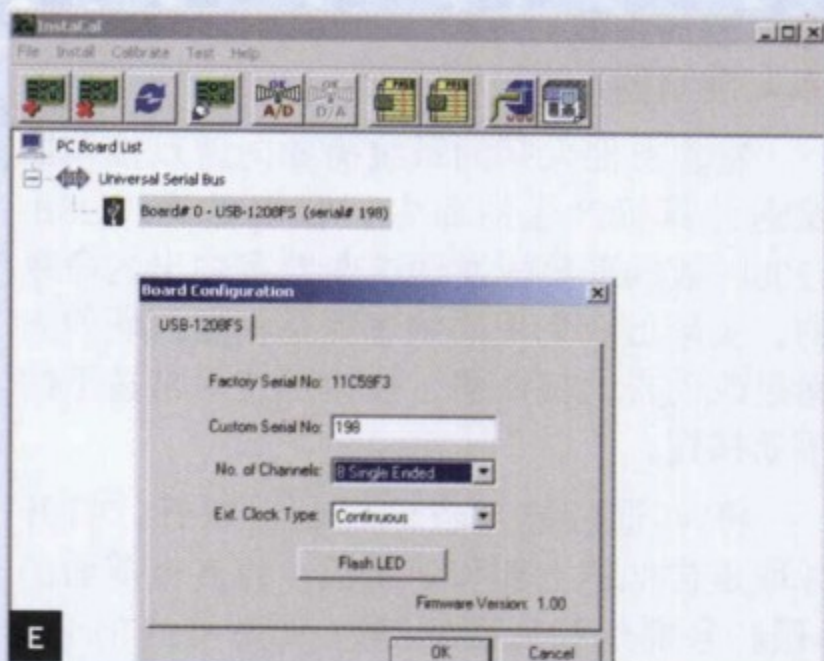
3. 验证计算机对游戏的控制

在这个时候，一个比较适当的中间测试点就是将数据采集设备连起来，对意念吉他大师进行自动演奏模式的测试。只要将影像信号传到计算机上面，Matlab能检测到从游戏传送过来的所有音符，然后再自动发出数字信号来替我们演奏。这个软件可以检测到比意念吉他大师里面指板的亮度更高的亮像素，然后弹奏出对应的音符（这一点在专家模式的时候特别有用）。

将USB视频采集设备连接到Wii和电脑上，在电脑上安装对应的驱动程序。这样游戏就可以在电脑上玩了。

可选：下载并安装Audacity软件(audacity.sourceforge.net)，这样就可以启用游戏音频通道的“软件直接演奏”功能，直接输出到笔记本电脑的扬声器上。

将USB-1208FS连接到电脑上，然后安装驱动，驱动程序可以在makezine.com/go/usb-data上找到。一旦驱动安装成功，就可以打开配置选项（开始→所有程序→测量与计算→InstaCal），检查已发现的电脑插卡中出现了我们的设备（见图E），并且设备的配置为8个单端模拟输入（而不是4个不同



的输入）。

从makezine.com/go/minivie的子版本库中下载MiniVIE软件包。这是一个库文件的软件包，基于约翰霍普金斯大学应用物理实验室的虚拟集成环境（JHU/APL VIE）。这里面有一个基本的信号仿真器，可以用来测试改装之后的吉他控制器的功能。

打开Matlab，然后转到MiniVIE目录，在Matlab的界面上输入如下指令：

```
>> MiniVIE.configurePath
>> Presentation.AirGuitarHero.AGH
```

这时Wii控制器就会显示在电脑的Matlab界面中（见图F），操作吉他控制器并选择开始游戏。一旦歌曲开始，就点击自动播放。这个MiniVIE能自动从图形中检测出音符，并自动通过数字输出口来演奏这些音符。

4. 训练模式 识别系统

在安装电极并对肌电信号进行任何工作之前，最好尝试一下，看看这个系统的工作方式。这个任务可以用集成在MiniVIE里面的肌电信号模拟器完成。大家可以用仿真器来模拟每一步，包括采集、处理、分类或者是显示信号输出。

打开MiniVIE，然后在Matlab中输入：

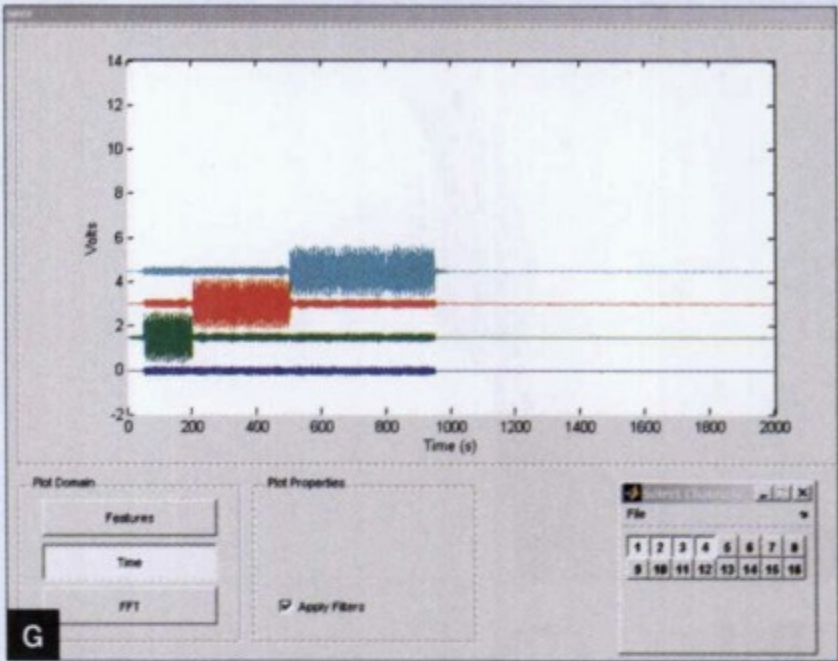
>> MiniVIE

在出现的用户界面中，从输入的下拉菜单中选择肌电信号模拟器。这时屏幕的左边底部会出现一个小的窗口。选中这个窗口后，可以敲击键盘的a、s、d、f等键，可以生成一些模拟的信号，跟实际连接了电极的采集系统的输出是一样的。

选择查看信号的按钮，预览一下信号。每次成功在信号模拟器窗口中输入一个有效键（a、s、d、f），一个新的模拟出来的肌电反应就会出现在屏幕上（见图G）。通常其中一个通道的频域和幅度上的噪声都会增大。

接下来选择线性区别分析（LDA）作为我们的模式识别算法，从信号分析下拉窗口中选择LDA分类器就可以了。这个分类器将在后续步骤中使用，用于从输入信号中识别波形，并将其区分为几个离散类别。点击选择通道，然后选择食指、中指、无名指、小拇指和没有动作这几个可能的分类器选项。

要使用这个分类器，还需要先建立一个训练数据集。在训练的下拉菜单中，选择简易训练器，然后点击开始训练的按钮。这个时候会跳出一些窗口让你为选择的分类器类别（比如食指、中指、无名指和小拇指）进行对应的动作。每个跳出窗口里面开始都是将目前的分类用文字显示出来，同时一个红色的杆会从左到右移动。当这个杆变成绿色的时候（比这个时间点再稍微早一点也可



以），就开始记录了，这时大家就需要执行所要求的动作，用食指按下f键。当下一个中指的跳出窗口出现的时候，按下d键，接下来是无名指跳出窗口时按下s键，之后在小拇指的跳出窗口下按下a键。此时每一个动作，你都是在告诉软件，在之后装上真的电极的时候，对应的肌电模式将相应出现。

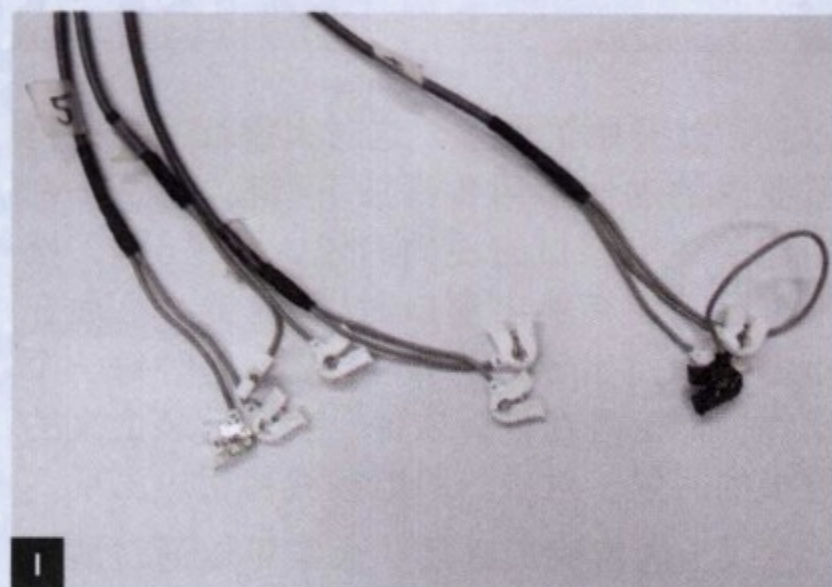
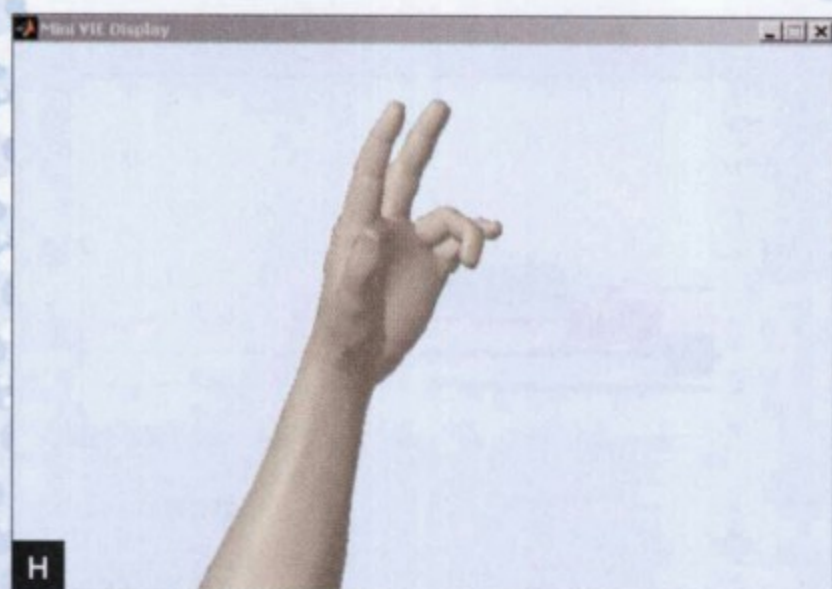
以上内容完成之后，大家可以通过跳出的对话框将训练数据保存起来。

控制窗口中也会显示出最终的准确性，比如：

Training LDA with 551 Samples
(1=105; 2=109; 3=111; 4=112; 5=114;)
Percent correctly classified: 100.0%
Index Class accuracy: 100.0%
Middle Class accuracy: 100.0%
Ring Class accuracy: 100.0%
Little Class accuracy: 100.0%
No Movement Class accuracy: 100.0%

（使用了551个样本来训练线性分类分析器
对应的样本数分别为105、109、111、112和114
成功分类比例：100%
食指成功分类比例：100%
中指成功分类比例：100%
无名指成功分类比例：100%
小拇指成功分类比例：100%
无运动成功分类比例：100%）

一旦训练数据成功创建，模式识别算法



也通过输出的数据进行了训练。我们就能有多种办法来看到这些效果了。在显示这个下拉菜单中，可以选择MiniV查看工具。按下a、s、d、f，系统将会识别出模拟的手指收缩模式，然后在显示窗口中将对应的手指动作显示出来（见图H）。

5. 从手指移动中获取肌电信号

意念吉他大师将从肌电信号中解译出对应的手指运动，为此我们需要将电极的输入侧通过黏性电极和卡扣连接到手臂上。

肌电信号是一个幅值大约为几个毫伏的高频白噪声信号，主要的频谱能量在100~400Hz这个范围。放大器起着可变增益差分放大的作用（增益在1 000倍左右），它能滤除共模信号（比如耦合到我们身体上的60Hz电源噪声），同时将由于肌肉运动而产生的电极电势差放大（如肌电信号）。

USB-1208FS数据采集系统5V的电源连接，可以用来为电极放大器供电。

Otto Bock的电极放大器的输入侧有2根线芯和一个屏蔽层（就是未经放大的接皮肤的一侧），在输出侧（放大后的一侧）有3根线，分别是5V（电源）、接地和信号。输出信号的直流偏置为1.2V。

如果你是按照《医疗仪器：应用与设计》里面的新电信号电路原理图搭建放大器，需要注意那个的电压和频率范围与肌电放大器稍有不同。肌电放大器的频率响应范围比心电放大器更宽，但是低频却不需要关注。要达到同样的信号输出范围，肌电信号的增益需要更大。

将笔记本电脑的交流电源断开，虽说风险很低，但我们毕竟是将电极直接接到皮肤上，最好还是尽可能的采取各种措施防止任何的建筑的电力故障。这个措施同样能防止电源噪声耦合到我们的数据采集板上。

将两个卡扣连接器焊接到每个电极放大器的输入侧，另外将第3个卡扣连接器母头焊接到某一个电极放大器的输入屏蔽地上（见图I）。

将所有的电极放大器输出的地线连到数据采集板的数字地上（第31号端子），将所有的电极电源连接到采集板的5V（第30号端子）上，将电极信号输出分别连接到模拟输入通道CH0到CH3上。

将黏性电极均匀地放置到小臂上，位置在肘部以下1英寸左右。再将黏性的地端放到手臂中部离其他电极大约1英寸远的地方，将所有的放大器线头和电极连起来。

在Matlab的命令窗口输入>>MiniVIE，再次启动MiniVIE程序。在跳出的GUI窗口中的下拉菜单中选择DaqHwDevice，然后按下信号查看器的按键预览并显示信号（见图J）。

动动手腕和食指、中指、无名指、小拇指这些手指，看看小臂肌肉收缩产生的信号的显示效果。

6. 开始摇滚

每一个部件都测试完成后，现在就要将所有的部件组装在一起，看看你的意念吉他大师是否能正常工作了。

将笔记本电脑从墙电断开，检查所有的肌电电极都牢固的黏在小臂上（黏着剂上面的胶太多反而会容易滑落）。

打开MiniVIE，选择输入的硬件设备，在休息状态时用信号查看器来检查休息状态的肌肉信号，我们应该只有在动手指的时候才能看见肌电活动。

选择线性分类器，选择食指、中指、无名指、小拇指和没有运动这些类别。刚开始我们可以选游戏的新手模式，每个类别都要通过简易训练器进行数据训练，等到准确率为80%或者更高就可以使用了。

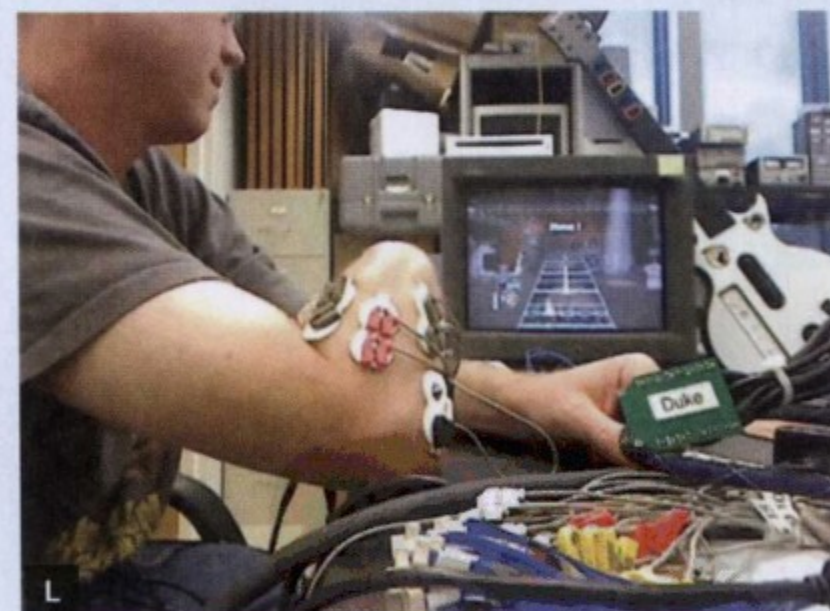
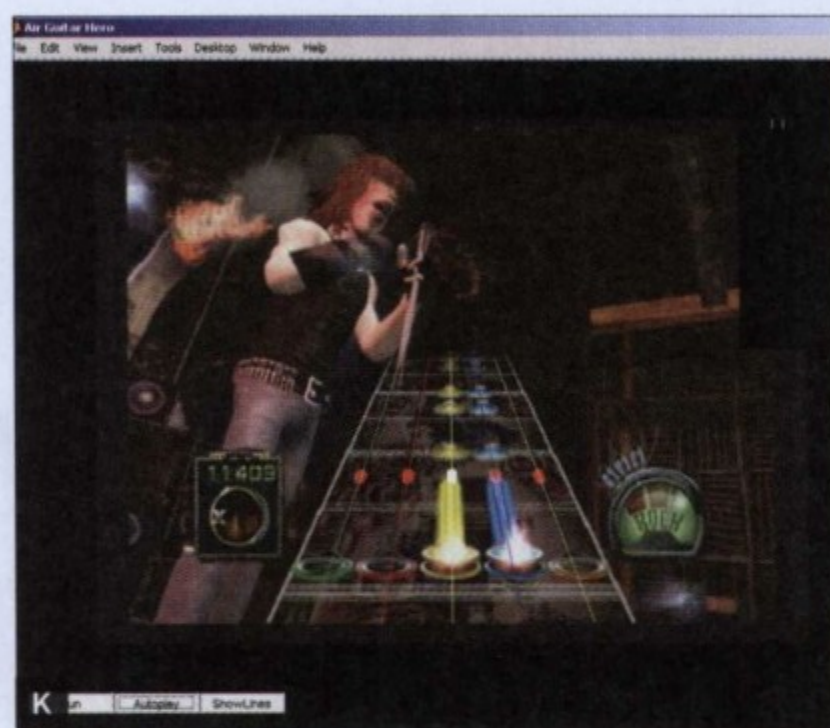
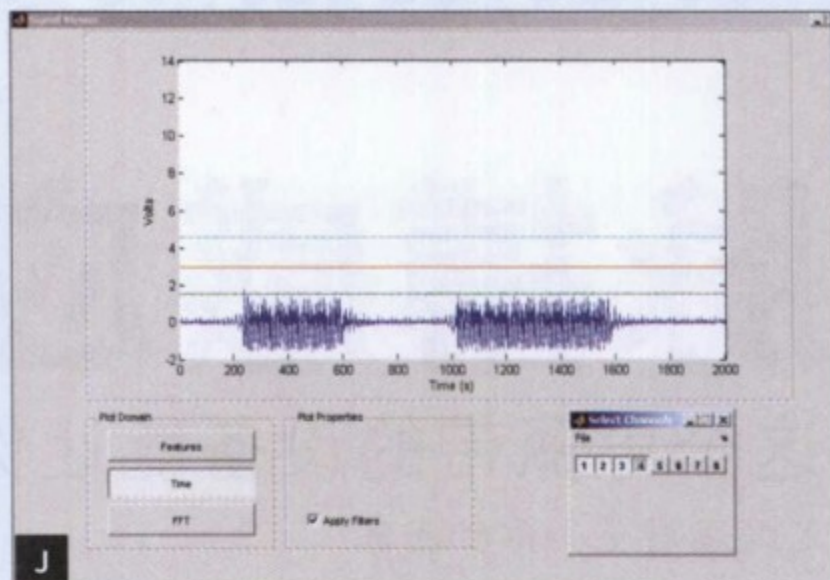
打开Wii控制器，通过吉他控制器选一首歌曲，然后在显示下拉菜单中选择AGH并运行。在默认配置下，我们不需要用和弦这个按钮，我们只需要在对应的演奏音符的时刻动动手指就行了，系统会自动加入和弦（见图K）。

完成了，现在你可以动动肌肉，想着要演奏的那个音符，这样就可以尽情玩意念吉他大师了（见图L）。

当你成为摇滚上帝之后，你还可以改动你的Wii遥控器，大家可以到makezine.com/go/wiiemg看看我如何破解改动Wii肌电系统——这样你就可以同样的方式玩Wii网球和超级玛丽了。■

我们要特别感谢乔纳森·坤宁汉姆，他是openprosthetics.org的创始人，目前也是美国杜克大学的一名博士生，还有美国约翰霍普·金斯大学应用物理实验室的贾克比·沃格尔斯坦，他们在2007年帮助我们制作成功并测试了第一个意念吉他大师系统。

更多意念吉他视频参见makezine.com/v/29。



罗伯特·阿米格尔是美国约翰·霍普金斯大学应用物理实验室的一名工程师，他目前的课题是“新一代假肢”项目。他在美国弗吉尼亚理工拿到了学士学位，在美国约翰·霍普金斯的生物物理工程系拿到了硕士学位。

卡罗尔·瑞丽是一名手术机器人专业的学生，她在美国约翰·霍普金斯大学攻读博士学位，同时她还有自己的Tinkerbelle实验室。

脉搏感应器

这个可佩带的设备能让你的项目有实时的心跳。

尤瑞·基特曼、乔尔·墨菲

诗人们和艺术家们总是希望向世界展现他们的心灵，而现在心跳检测是医生、运动员以及很多人的一个基本检查项目了。我们的心跳有着不可思议的力量、象征性的意义、乐感以及无数的功能，因此毫不奇怪很多DIY人士将心跳列入到他们的项目中去。



两位作者是帕森设计学院的同事，尤瑞·基特曼是一位玩具发明家、产品设计师，他在学校里教授物理计算和玩具设计，而乔尔·墨菲是一位艺术家、工程师，他在学校里教授物理计算与控制论。

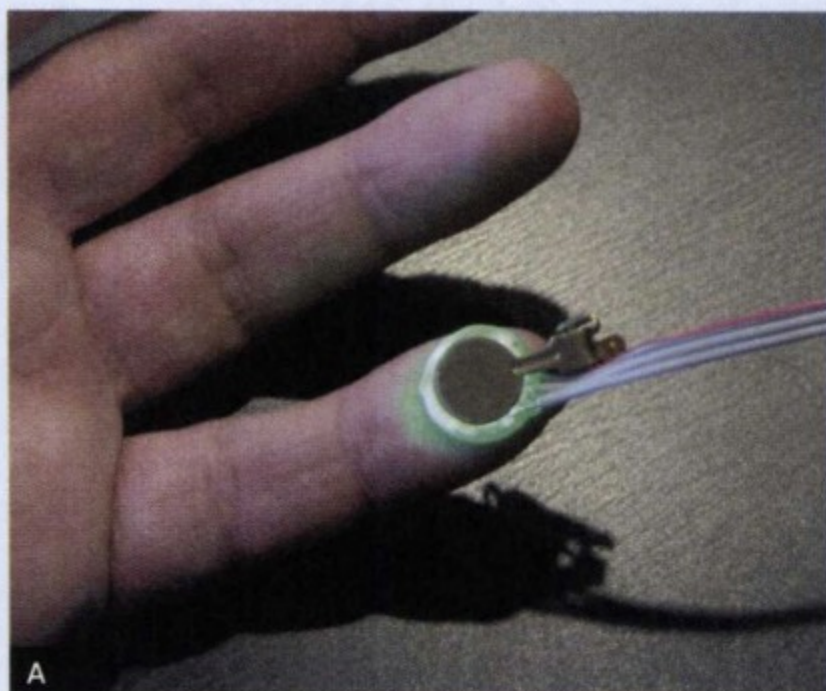
检测心跳的最舒服的也是可靠性最高的方法是通过光学脉搏传感器（见图A）。这些设备是通过向皮肤发射光波，然后分析反射回来的那部分光波——比如朝你的手指照光然后检测脉搏。心脏每次搏动的时候，毛细血管的组织会充血，组织体积增大，反射率就会下降。只要用一个光学传感器来检测反射光的强度，就能得出脉搏的信息了（进入毛细血管的富氧血液在某些波段上会比乏氧血液对光的反射率高一些，但是总体上还是会降低反射率）。

从理论上理解这些光学脉搏传感器是一件很容易的事情，但是要实际应用制作一个出来还是有难度的。我们是教师，我们年复一年地看着学生们按照操作指南做，但不是完全失败什么结果都没有就是结果很差。对于新手来说电路设计总是很复杂的，坚持不被现实世界的枯燥乏味和身体的疲惫击倒就很难了，而编写微处理器的程序从裸数据甚至是有着严重噪声的传感器数据里面提炼出心跳信息也是困难重重。

我们决定来设计一个脉搏传感器，投入小规模生产，以便在我们的各种创意项目中能方便使用。同时这个传感器还可以提供给我们的学生、各位制作爱好者、游戏开发者、手机开发者、艺术家、体育教练等人用。我们知道手机软件比如Azumio的即时心率用的是智能手机上的闪光灯和背景光传感器来读取脉搏信号，但是我们需要的是一个专门的传感器，可以方便地戴在身上，讲课方便，还能和Arduino和其他的微处理器平台即插即用。

硬件与设计

花了几个月的时间试验各种不同的光学传感器和LED灯之后，我们得到了一个比较好的组合，一个Kingbright公司的绿色LED灯（货号AM2520ZGC09），峰值波长为515nm，光学传感器则用Avago公司的一个探测峰为565nm的传感器（货号为APDS-9008）。这种传感器的设计用途是根据背景



材料

脉搏传感器套装 pulsesensor.com，价格20美元
基于Arduino的微处理器，要想做一个头戴式的心率监测器，需要用MintDuino套件，清单如下所示。

如要做头戴式心率监测器，还需要如下材料：

心率监测套件，制作爱好者小站的MKJR1，参见 makershed.com

Mintronics的MintDuino套件，制作爱好者小站的货号是MSTIN3

面包板，至少要有15x20个孔，RadioShack的货号为276-149A，参见 radioshack.com

LilyPad的LiPower电源板，Sparkfun电子元件店的货号是DEV-08786，参见 sparkfun.com

聚合锂电池，3.7V，850mA时，带JST连接器，Sparkfun的货号为PRT-0034

绝缘电线，20~22号线

直角公头，3脚的

编织带，至少1.75英寸，其他的适合头戴的材料也可以编织带或者缎带，这个用来做头带的衬底

小夹子4个

线

弹力绳

工具

热胶枪和热熔胶

FTDI编程线和USB电缆，或者直接用USB的FTDI编程线，这个是用来给MintDuino套件中的ATmega328P芯片编程用的

带网络连接和USB口的计算机

如果做头戴式的心率监测器，还需要如下材料：

焊接设备

多功能虎钳

平头剪子，剃刀锯或者其他7个面包板的工具

锉刀

剪线器和剥线钳

缝纫机

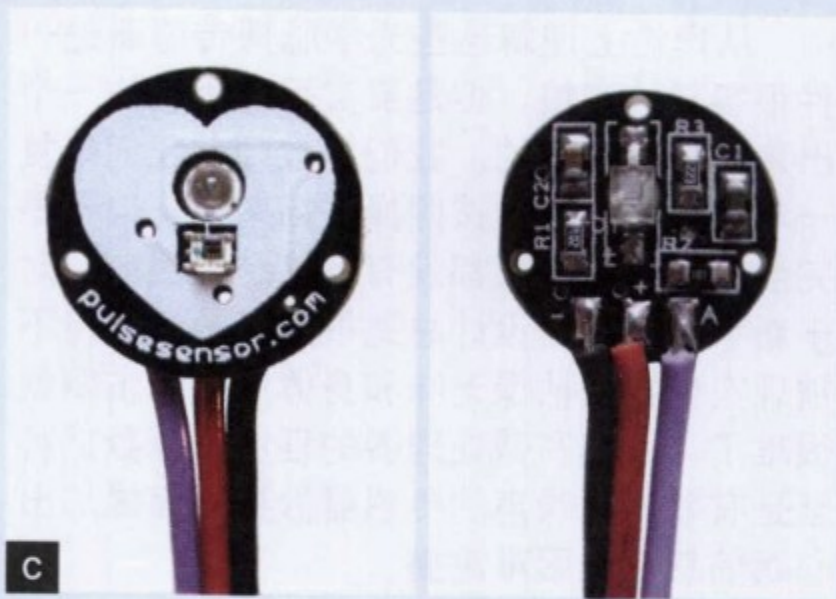
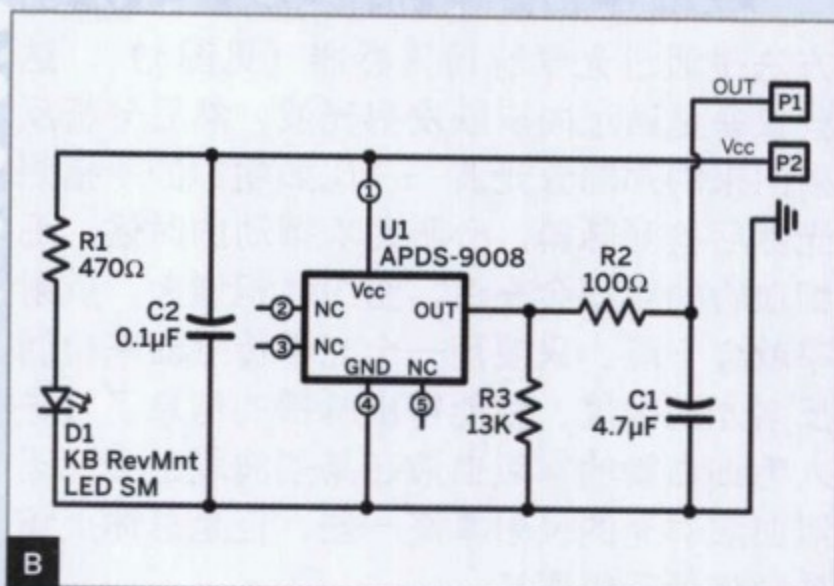
针和钹子

光强度调整手机和笔记本电脑的液晶显示屏的亮度的，这个元件只有表贴封装的。但是这个元件内部集成了一个放大器，这样我们的电路就能简化了。这些传感器的输出噪声会很大，我们需要加上一个 $100\ \Omega$ 的电阻和一个 $4.7\ \mu\text{F}$ 的电容来做低通滤波（见图B）。电阻R3是用来设置输出敏感度的，电阻R1是用来设置LED灯的亮度的，另一个电容（C2）是用来给电源稳压的。

我们最终的电路只用了7个元器件，由于所有的元器件都是很小的表面封装，最后所有的元器件都放到一个仅仅半英寸的圆形电路板上。LED灯朝下装在电路板中，而光传感器则右侧朝上表贴焊接在正面，这样两个器件就分别位于板子的两侧。还好对我们的需求来说，这样意味着他们发出光和接收光都是通过板子上钻出来的孔，同时板子也隔绝了环境光的影响，板子本身也能舒适地平放在皮肤表面（见图C）。

由于在生产过程中需要钻孔，我们决定在传感器的周围钻固定孔，这样用户就能很容易将这个模块与其他的设备或是新潮的附件缝在一起了。我们最后用了一个可以夹在耳垂上的0.5英寸的绿色发光盘，看起来有点像科幻电影里的道具。当我们发现我们已经无意中做出了一个未来的类机器人的首饰效果的时候，我们觉得就是它了。

而在软件方面，我们编写了Arduino代码，将脉搏传感器传过来的模拟输入进行采集、滤波，然后再将信号输出到两个管脚上去——第13号管脚上输出一个简单的方波，而第11号管脚则输出脉宽调制的脉搏信号，这样便可以做出更实际的心跳效果。Arduino还从得到的波形中将计算出的目前的峰值和谷值以及心率通过串口（通过0号管脚和1号管脚以ASCII编码）发送出来。同时我们还编写了一个脉搏传感器可视化图形界面，可以在计算机上运行，读取脉搏传感器发过来的串行数据并显示到界面上。

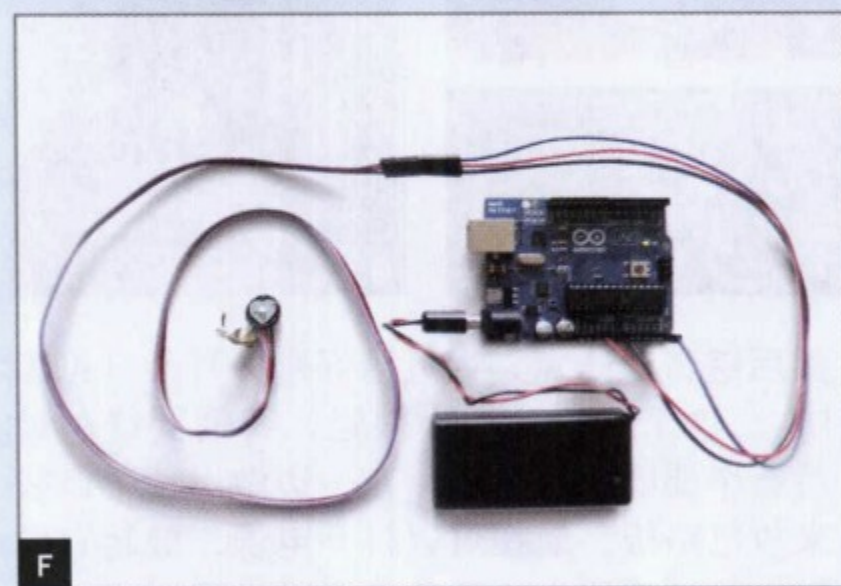
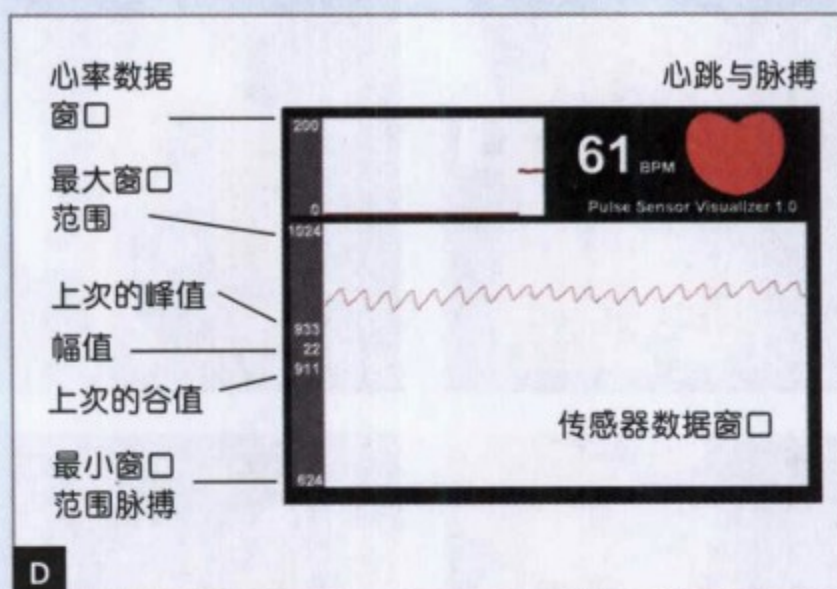


1. 画出你的脉搏

入门的第一步最好就是用这个可视化图形界面来画一画脉搏图。首先在脉搏传感器的正面（有图标的一面）贴上一层透明的贴纸，防止手指上的油和汗水浸入，加入系统噪声。

将传感器的标准三线连接器接到Arduino板子上，红色的线接电源（脉搏传感器直流5V或者3.3V都可以工作），黑色的线接地（GND），紫色的线（信号线）则接到Arduino板子上的5号管脚的模拟输入上，这个管脚在代码中被称为PulseSensor管脚。大家可以用跳线来进行连接（见图F），用面包板上的三端连接器也可以。

在你将脉搏传感器连接到耳垂上的夹子或者魔术贴之前，可以先运行起来，这样可以在身体的某处找到最佳信号点。如果你没有做好准备，可以从arduino.cc和processing.org



org 下载Arduino和Processing的编程环境，然后到pulsesensor.com下载最新的脉搏传感器软件。

现在将Arduino和电脑连接起来，在Arduino的集成开发环境的工具菜单中配置你的板卡和所用的串口。打开A_PulseSensor_XX脚本（XX为版本号）然后验证并上载到Arduino内。当你指尖对着传感器按下去的时候，会看到第13号引脚随着心跳闪烁。这里面有个最佳点，如果你按得太用力了，血液会从指尖被挤回去，而如果你按得太松了，移动和环境光会引入各种噪声。

多试一试，看看不同的身体部位和不同的压力的效果。注意这个脉搏传感器有大约10秒的预热时间，在这段时间内，得到的信号比较微弱。如果你看到心跳闪烁时有时无或是根本没有，那大概你是个僵尸或者机器人吧）。

在计算机上打开Processing编程环境，然后运行P_PulseSensor_XX脚本，这时你会看到一个窗口，地是裸数据波形的重建（见图D），上部的中间是目前检测到的心率，上部的左边是历史波形，而上部右边的红色心脏符号会随着心跳而变化。如果这些都没有工作，可以试试测量身体上其他的部位，举个例子，当传感器的电路板的边缘和尤瑞的耳垂底部边缘平齐的时候信号最好且最稳定。

2. 准备佩戴

一旦你找到一个合适的部位可以佩戴传感器，可以在电路板背面将所有的元器件都涂上一层热熔胶，以防止短路（见图E）。如果你计划将这个传感器戴在手指上，只用将魔术贴的一头扯开碰到热熔胶上，这就能做出一个魔术贴指环了。如果你准备把这个脉搏传感器戴在耳垂上，可以将耳夹的后一半按进热熔胶内。LED灯的塑料壳子能防止这个金属夹子造成短路。如果热熔胶没操作好，加热再重新来。这一步就算结束了。

我们用这个脉搏传感器做过一些很棒的项目，其中一个显示脉搏的心形枕头。里面装了两个脉搏传感器，两个人可以通过控制呼吸或者紧握手臂来将心跳同步起来，很有意思。现代高科技总是让人们愈加疏离，但是利用心跳的游戏能让人们走到一起。

我们的朋友贝奇·斯特恩和吉米·劳德格斯最近还做了一个很漂亮的头戴式LED心率带，用的就是我们的脉搏传感器和吉米的心率监控套件，下面请贝奇和吉米继续为大家介绍这项制作。

制作项目：头戴式心率带

贝奇·斯特恩与吉米·罗德格斯

这个开放式心率LED套件需要一个脉搏传感器来控制，这个套件含有一个耳垂挂件，因此非常合适头戴。首先用6脚的直角连接器将这个套件组装起来。

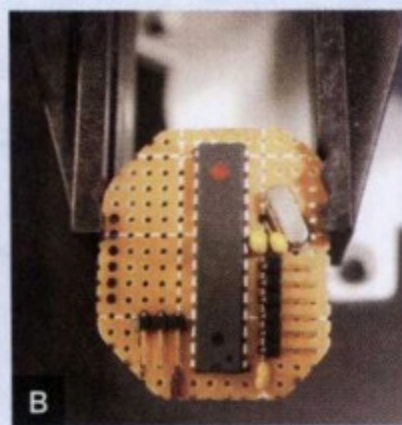
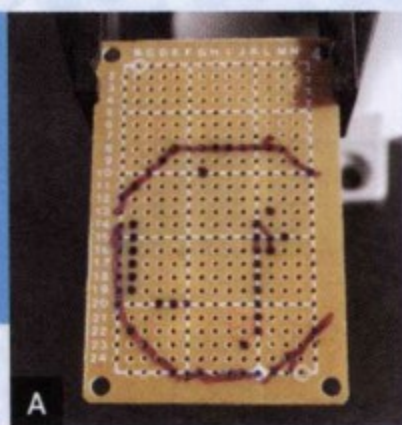
大家可以参照MintDuino的指南来将ATmega328P芯片以及Arduino需要的其他的元件组装到面包板上去，将板子裁剪到小于我们的套件的大小。记下各个元器件的位置，但是现在不要焊接（见图A）。将编程端口放在板子的边缘，这样插接比较方便。添加一个3脚的直角连接器，这是用来连接脉搏传感器所需要的电源、接地还有模拟信号输入的。还要标记一个6脚的横排针，这将连接6个数字输入/输出口。

将这个面包板裁剪到和我们的心率套件的大小一样，然后用锉将各个边缘修好，将各个Arduino的元件焊接上去，再焊接上电源和接地的电缆，然后将其和脉搏传感器连接起来。对微控制器进行编程（代码在下面的链接里面有），接上心率套件，开始测试。

测量一下你的头部周长，然后剪两根同样长度的绳子。将这两根绳子平行放好，然后用之字形的针法将每边缝起来2英寸，绳子的两头用钉子钉在一起，其他的地方不用管。如果想做一个有弹性的，可以将绳子的尾部和弹力绳或者发绳缝在一起。调整两根绳子之间的距离，让这个带子戴着合适、舒服（见图C）。

选好这个心率灯要放的位置，然后将其输入管脚穿过纤维布，再穿过Arduino板子上的设计孔并焊接到位，将这个心率带包在灯和板子之间（见图D）。

将电源线连接到锂电源模块上，然后将电源线缝到心率带上接近灯的地方（见图E）。将脉搏传感器的电线布置到另一边，



然后缝得远一点，远近恰好避开耳朵（见图F）。这个锂电池很小很轻，不需要缝。最后一个要缝的是衬底，在一边做出一个口袋来放电路板。现在可以打开电源，戴起心率带，将传感器夹在耳朵上了（见图G）！

还可以做一些改动，我们觉得如果用红外灯来取代红色的LED灯会是一件很有意思的事情，那样，心跳的闪光就看不见，但是用相机能拍摄下来。如果做一个相亲节目这就是一个很有用的道具。■

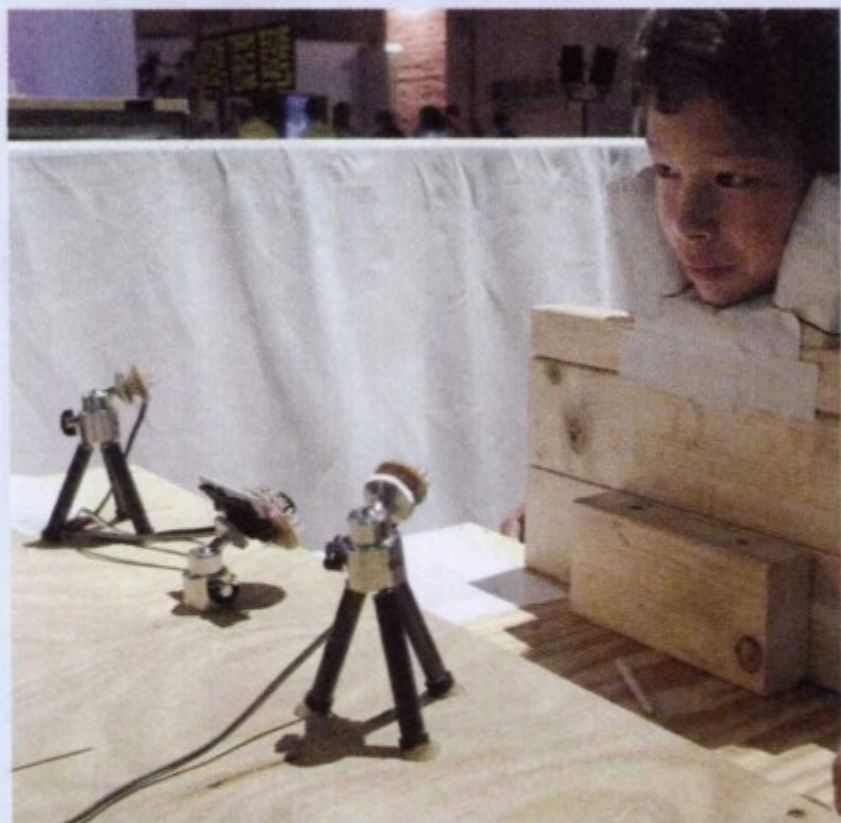
➤ 代码、电路图、视频材料以及更多的照片请访问makeprojects.com/project/n/1622。

贝奇·斯特恩 (sternlab.org) 是《爱上制作》英文版的高级视频制作师。吉米·罗德格斯 (jimmieprodgers.com) 是一位开源电子制作爱好者、自由职业者。

直达心灵

眼书写器和眼控板这两个系统可以让人们用眼睛就能画画、写字并与别人交流。

扎克·伯利曼、路易斯·克鲁斯



任何人都是能够转动眼睛的，这里有两个项目能将眼睛的运动转化为有用的控制输入。

眼书写器将眼睛的红外监控图像读取出来，而眼控板则是通过装在脸上的医疗电极将信号采集回来。眼控板相比较来说不够精确，只能识别横向运动，但是便宜、易于制作，与其他微控制器或者电路的兼容性较好。眼书写器则用了较为复杂的软件来分析视频，这样交互起来有些难度，但是也可以通过配置（在Mac OS X操作系统下）来控制鼠标，这样就什么应用都能做了。

眼书写器

扎克·利伯曼



2003年的时候，我的朋友托尼，就是“涂鸦画家诱惑者1号”，被诊断出患有ALS肌萎缩侧索硬化症，这种疾病让他的所有肌肉都萎缩，只有眼睛能动了。为了能让托尼继续他的艺术生涯，我纠集了一些软件开发者与硬件骇客，还联合了一些自由艺术与技术联盟的成员，利用开源架构，和涂鸦研究实验室一起开发了眼书写器（eyewriter.org），这是一个成本低廉、开源的眼部跟踪系统，可以让托尼和其他的ALS患者只用眼睛就能画图并控制计算机。

我们的目标是做出一个超级低价的系统，几乎任何人在任何地方都可以制作。现在市面上有很多商业的或者研究性质的眼部跟踪系统，但是它们太复杂了，也很昂贵，有的价格甚至高达10 000美元。我们将眼书写器的设计加了限制，要注重低价、易于制作，效果相比这两条可以放在次要位置上。

设计

这个眼书写器的工作原理是用可控的方式来拍摄用户的眼睛，并采集视频分析眼部的移动。其中的摄像头我们选择了Playstation的Eye（又称为PS3 Eye），这个小摄像头当做游戏机的附件卖，价格是25美元。

这个PS3 Eye摄像头可以捕捉 640×480 的NTSC制式的视频，可以改装成对红外高度敏感的摄像头，这样它就成为多点触控开发社区的最爱了。这个PS3 Eye摄像头通过USB将视频传输到计算机，然后通过利用开源架构（openframeworks.cc）下C++的程序进行采集。

我们的第一台眼书写器是在2009年完成的，我们将PS3 Eye摄像头放在一只眼睛前面，装在眼镜框的延伸杆上。软件截取视频的图像，拉伸对比度，然后通过阈值设置将黑色的瞳孔和白色的背景分开。

为了增加黑色瞳孔的效果，我们还在摄像头附近用两个近红外的LED灯来照射眼球。

这个软件在从摄像头得到的图像中定位瞳孔的坐标，然后用一张表来将这个位置和画刷在计算机屏幕上的位置联系起来。为了做出这张表，用户需要经过一个校准过程。在校准过程中，用户需要跟着顺序出现在屏幕上的点进行眼部跟踪。

这个1.0版本很简单，也能用，但是却要求用户的眼睛一直对着屏幕。一旦用户扭个头，就得重新做校准了。于是我们决定开发2.0版本，会更加复杂一些，但是能兼容常见的头部运动。

眼书写器2.0版本

在2.0版本中，摄像头是固定在显示屏下面的，不是固定在眼眶上了。我们用了3个红外光源，一个是一环16个红外LED灯，绕着摄像头摆了一圈，还有两组各8个LED灯，屏幕的一边放一组。我们改动了PS3 Eye摄像头，取出它的场同步信号提供给Arduino。而Arduino利用这个信号来相继触发中间的和两边的光源。当中间的灯亮的时候，红外光会从眼睛处反射回来形成和闪光灯下照相的红眼图；当两边的灯亮的时候，图片中的瞳孔会显成黑色，这样瞳孔的图像就在不停的黑白互换。

每个侧边的灯都会闪一下，通过眼球然后反射到摄像头上。只要根据两边的闪烁位置和瞳孔中心的位置，我们就能计算出眼睛的朝向，这时就不管头在什么位置，或者脸朝哪边了。

我在帕森设计学院的学生更改了软件，这样就可以在操作系统层控制鼠标，而不仅限于在这个眼控画图软件层次。只要和其他的按键或者点击操作结合，这个眼书写器软件就能完全替代通用的鼠标或是触模板了。这个2.0版的眼书写器成本不到150美元，而市场上同等功能的系统则要卖到50倍的价格。



这个眼书写器赢得了一些奖项，也被广泛接受了，但是享受到这个设备的人还远远不够。我听说很多人想要为所爱的人搞一台眼书写器，但是自己制作还是比较困难。因此我们和制作爱好者机器人工业公司一起合作开发了一个套件，包括了3D打印出的部件和其他各种所需元件，大家可以利用这个套件来制作眼书写器2.0版本。我们期待这个套件能在2012年某天面世。

这个套件目前最大的困难是采购这个摄像头。我们想找一个比PS3 Eye更高端的摄像头，但是需要同样的一个场同步管脚，不能太贵，也不需要打开塑料壳把壳子和里面的4个话筒一起扔掉。欢迎大家给出建议。

➤ 大家可以到makeprojects.com/v/29查看如何制作一个眼书写器2.0版。

扎克·利伯曼是一位艺术家、研究者，也是一位改装高手。他致力于开发新的表达与表现的方式。他在帕森设计学院教书，同时他也是Openframeworks这个基于C++库的创意编程框架的共同发起者。

眼控板

路易斯·克鲁斯



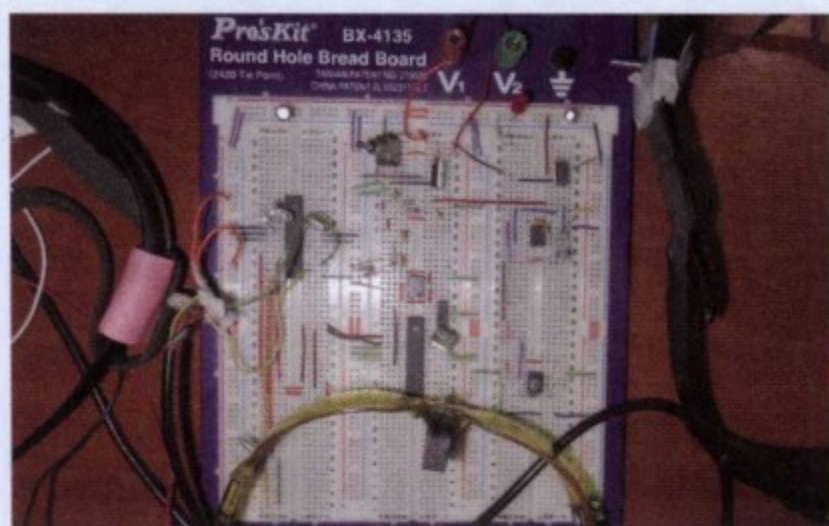
我一个高中同学四肢瘫痪了，自从看望他以及听说到有其他很多类似情况之后，我逐渐了解到很多人负担不起那些辅助交流的高科技产品——特别是在我所住的洪都拉斯。这些设备都很昂贵。

这件事情启发我开始去制作一个便宜而且耐用的人机交互设备，可以通过眼电信号检测眼睛运动。这个设备可以采集布置在眼睛周边的电极上的信号。这个眼电系统能让那些无法用手操作鼠标或者触摸板的人能操纵屏幕上的鼠标。我知道一个便宜的眼电系统能够帮到很多人。

设计

眼球的角膜和后面的视网膜之间能产生0.4~1mV的电压，如果你在眼睛两侧布上电极，随着眼睛看的方向的不同能测到一定的电势差。当眼睛直着往前看的时候，角膜和视网膜与两个电极之间的距离相等，这样电极之间就没有电势差，而如果眼球朝着一边看的时候，靠近角膜的电极和另一个电极之间就能测到一个毫伏级的信号。眼电信号能测到水平和垂直的运动，但是水平运动更简单，也更有用。我的这个系统和其他的很多系统类似，只是检测水平运动。我用了3个电极，每个眼睛旁边放一个，而中间的地电极则放在前额或者鼻梁上。

摄影：路易斯·克鲁斯



一个处理器芯片甚至是一个示波器都测不到这样微弱的信号，因此我们的眼电系统需要对这个信号进行放大，我们还需要滤除周边电子元件和布线引入的噪声。大家可以到makeprojects.com/v/29查看我的实现电路，那里还有一步一步的指南，指导大家完成搭建眼电系统和对微处理器进行编程。

为了对信号进行初级放大，我使用了一个INA118仪表放大器，1号脚和8号脚之间的电阻为 100Ω ，这样放大倍数就被设为501。这个INA118芯片有高达110dB的共模放大比，可以滤除同时到达两个输入引脚的共模噪声。这样在信号的起始阶段，一些噪声就已经被消除了。

电极电路上传来的噪声大多数是高频的，因此我用了连续两个低通滤波器，将截止频率设在大概16Hz的位置。在我用的电路中，截止频率的计算式为 $1/2\pi RC$ ，其中 R 为电阻值， C 为电容值。这样只要用 $100k\Omega$ 的电阻和 $0.1\mu F$ 的电容，截止频率就是15.9Hz了，这就比较精确了。眼睛的运动不快，所以这个滤波不会将有用信息滤除。

最后，要用一个电容将信号中两眼间的残留电势差形成的直流偏置去除，再接一个电压跟随电路，这样就可以接比眼电系统输出阻抗更大的设备了。这一点在连接示波器或者万用表进行错误诊断的时候尤其重要。在系统供电方面，我用了两个7805电压稳压器，布线上做了一点手脚，可以给电路提供正5V和负5V还有地（0V），这样就不需要外部接入双电源了。



当眼睛在水平方向运动的时候，我们要处理这个已经放大过的信号，我将这个信号连接到AT-mega328P微处理器的模数转换引脚上，而微处理器则通过串口将数据传到计算机上。计算机上的一个Python脚本则会将数据传到我编写的一个C++的小程序上，这样用户就可以拼出他想说的信息了。向左看是选择字符，向右看是选中。为了让用户佩戴电极更舒适，我将这些电极通过强力胶和额带装到了改装的眼镜上。我做了几个眼电眼镜的样品，效果不错。

我还在改进眼电系统，包括寻找更加舒适佩戴的方法。我对自己做出了成本小于200美元的系统很满意，在这个价位上很多像我同学这样的人就能用得起了，要知道商业化的那些类似系统至少要10 000美元。我还想为其他的应用来开发眼电系统，比如控制一个轮椅或者电视。我刚从高中毕业，而我为实现这些想法目前最需要的是能拿到奖学金、赞助或者其他的资金来源，这样我就能在美国完成电子工程的学习。■

路易斯·克鲁斯是洪都拉斯一位18岁的开发者，他想学习电子工程，以便对技术发展能有所贡献。大家可以到intelsath.com观看视频，下载更多有关这个项目的资料，当然也可以为他的大学教育和研究进行赞助。

探查眼睛内部的世界

阴影探测镜、超级闪光器、光路旋流器还有脑活动探测仪，都能让你看到自己眼睛的内部。

迈克尔·毛瑟



迈克尔·毛瑟 (michaelwmauser@gmail.com) 是一位退休的工程师和科学教师，他现在在美国丹佛自然与科学博物馆的远途健康实验室做志愿者。他对生物、物理和心理学都很感兴趣，这也促使他从事了很多关于人的五观的科研活动，他希望最近能写一本著作讲述这些事情。

摄影：迈克尔·毛瑟

研究人员看我们眼睛内部的时候都是使用一些很复杂的仪器，但是一直也有一些使用简单工具的方法，而且超过了100年历史。我们将用一些现代的材料来重新制造这些工具。用这4个工具，我们能够看到血管、悬浮物、视网膜表面的组织、视网膜上的神经活动、角膜上的眼泪和皱纹、透镜特性等。

阴影探测镜

阴影探测镜的原理是用一个强电光源放在眼睛附近，将视网膜那里的阴影驱除，这样就能看见眼睛里的东西了。这个技术在1760年就已经开始使用了，操作方法也有好多种。

最简单的方法就是在一张薄铁片或者一个纸板上钻个孔，然后将它放在眼睛上对着天空或者其他纯光亮的背景。早期的实验者曾经将一小滴水银放在黑丝绒上，然后将它照亮成为点光源，他们也曾用放大镜将一个电光源的图像带到眼睛的附近。

在19世纪中期的时候，法国发明家、艺人吉安·尤金·罗伯特乌丹做了一个透明的杯子，可以扣在眼睛上，中间还有个小孔。而到了现代，埃德蒙德科技公司销售一种叫做眼科检查镜的设备，用的是一个直径 $\leq 10\text{mil}$ ($\leq 0.25\text{mm}$) 的光纤纤维。

1. 从铝制饮料罐上裁剪出一个直径45mm的圆盘。将这个圆盘放在一个硬的底座上，然后轻轻用锤子将尖锐的针打到中间一点上，打到这个针头快透过圆盘的时候就差不多可以了。

这个时候如果你将这个圆盘拿起来对着特别亮的光源看，会发现有一小束光能透过来。做的孔越小，得到的图像就越锐利，这就像一个小孔成像摄像机一样。

2. 将一小片哑光喷漆的玻璃纸胶带贴在

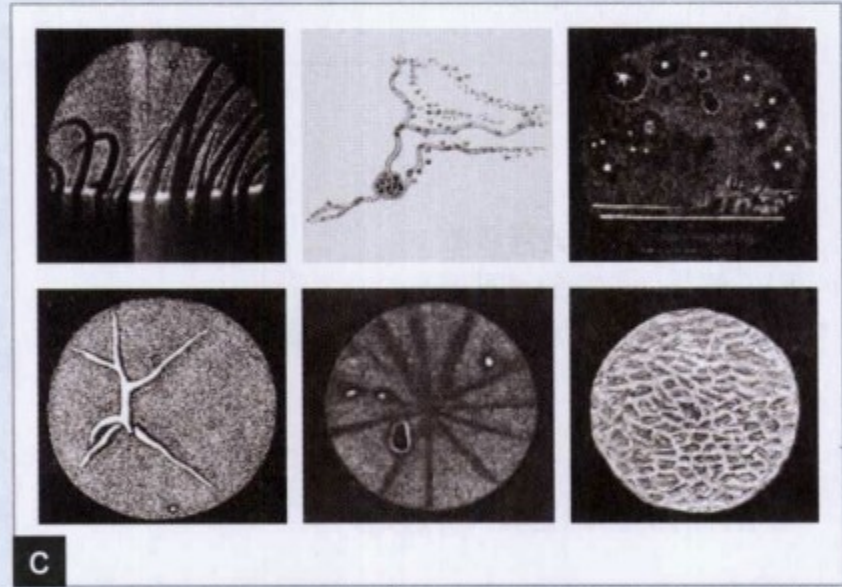
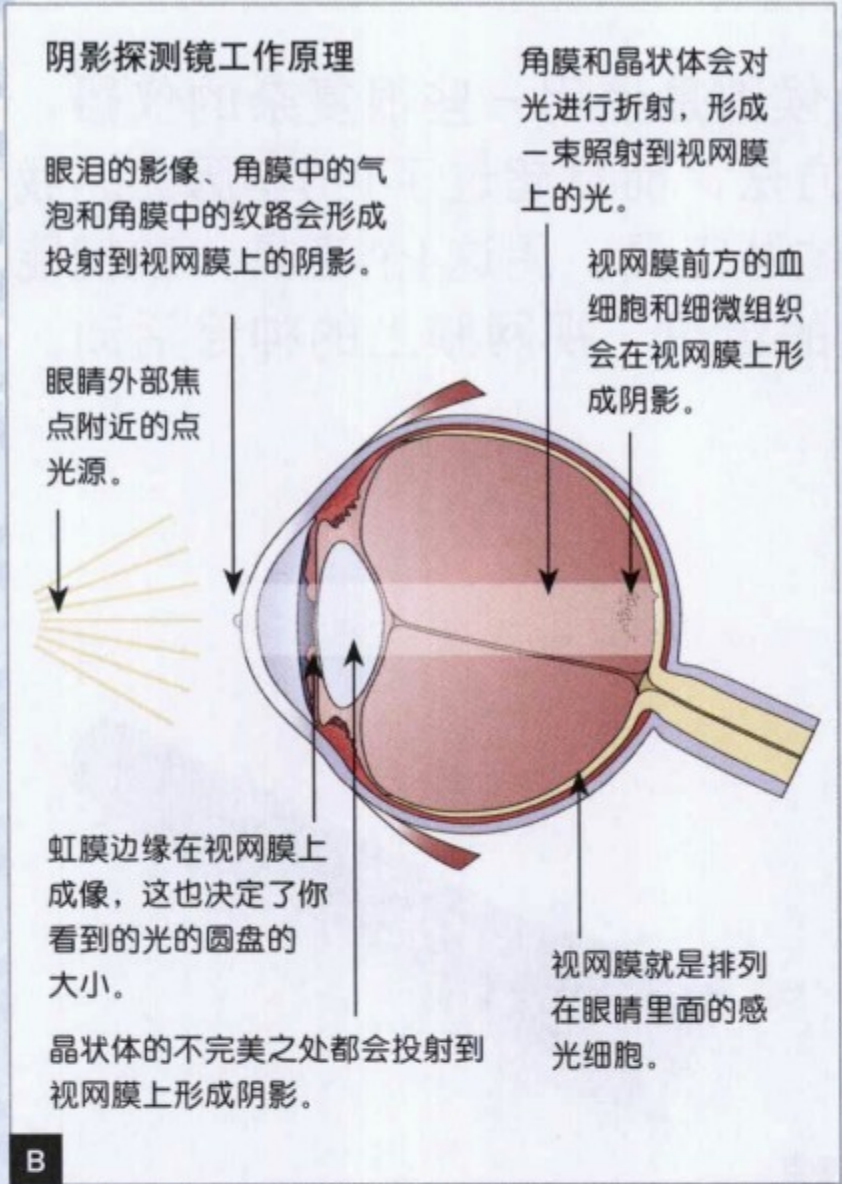


材料与工具

铝制罐子
玻璃纸胶带，哑光喷漆的
PVC胶带，黑色的（可选）
手电筒，用5号电池的Mini Maglite强光手电（可选）
针，针头要尖锐
锤子，小号的
护目镜
带磨片的Dremel工具（可选）

小孔上，用来做分散这些光。现在可以将圆盘拿着放在眼睛前16mm的地方（如果太近了，一眨睫毛就要碰着圆盘了），对着亮光看的时候，你会看到亮光里面有些阴影。大家可以这么操作，但是我觉得在盘子上切一个口子，然后用黑色PVC的胶带缠到小的亮光手电筒上面更方便，如图A所示。

对着阴影探测镜看到的光的圆盘是虹膜在眼睛的视网膜上的投影，而不是你在铝盘上开孔的图像。如果你看向亮光的时候用两



图C（从左上角顺时针排列）用阴影探测镜可能会看到的一些东西，如上眼皮的投影、悬浮物的投影、角膜的气泡和泪膜、角膜上的纹路，还有和晶状体有关的（两个）。

材料与工具

LED等，大号的，超亮，红色，radioshack的货号是#276-0086（radioshack.com）

电阻，68Ω

手电筒，5号电池的Mini Maglite

烙铁与焊锡

只眼或者每次闭上一只眼而用另一只眼睛凑近看，这个阴影的大小还会变化。图B讲述了阴影探测镜的工作原理，而图C展示了你可能看到的一些东西。

用手指把下眼皮往下拉，同时慢慢将上眼皮往下闭合，这个时候眼皮和眼睫毛的阴影就会被投射到视网膜上那些眼镜后部的感光细胞上，但是你看到的视网膜上的图像是倒着的，感觉像是自己的下眼皮。

现在可以将眼球左右移动，里面的悬浮物会移动——这些是浮游在视网膜前面的组织和一些单个细胞。

再接下来，眨眨眼，这样可以在眼睛表面形成一些图案，就像你在晴朗的天气中看到的池塘底部的阴影一样。不移动的部分大概是在眼睛的晶状体上的。这个效果因人而异，两只眼睛也很可能不一样。大家可以看到图C上的两个例子。轻轻按着眼皮按到角膜上，你就会看到一些纹路，但是会马上消退，使劲眯眼，还能看到横向的纹路。

超级闪光器

超级闪光器（见图D）是一个亮光源，放在眼睛的侧边，透过皮肤照进眼睛。这个技术最早的记载是在1893年，在第一批白炽灯推向市场之后不久。我们这里会用一个酷得多的LED灯，让大家可以看到眼睛的背后（这个需要你的眼皮比较薄才行）。

1. 将电阻焊接到LED灯的一条腿上，用于将电流限制在安全水准下。
2. 将电阻腿剪掉，然后将剩下的LED灯的腿剪到同样的长度，然后将这些都塞到用5号电池的Mini Maglite手电筒的灯座上（有可能要旋转180°，才能匹配好正负极）。
3. 站在灯光微弱的屋子里的镜子前面，手持LED灯抵着右眼的外角，同时眼球往鼻梁那里转。如果你这时候头稍往右转，就能用左眼看到镜子里面右眼正在发红光（见第

46页)。改变眼睛的对焦点还能看到被右眼角膜和晶状体放大的血管。最大的血管大概是人头发的大小。

光路旋流器

光路旋流器（见图E）是一个用来将亮光绕着眼睛周边动，然后将虹膜上的血管和组织表面的阴影投射到视网膜上的工具。大家可以将这个当做一个角膜查看仪，用于眼部检查。这项技术有记载的第一次是在1819年，当时用的是一个手持的蜡烛。我们要做的是1926年的那个要简单无数倍的仪器，但是用的是白炽灯，而我们的现代化版本则要使用LED灯。

大家可以先预览一下你用这个光路旋流器能看到的東西，盖上一只眼睛，然后用另一只眼镜对着空墙看，这个时候用一束光从侧边对着瞳孔快速亮灭。如果成功了，你会看到一些图案不断地明灭。

如果用上光路旋流器，看到的就会更清晰更细致——翻腾的阴影不会闪，甚至能在图像中心的视网膜看到因为轻度低洼形成的移动阴影（视网膜中心凹），还有眼睛后表面的纹理。

要做这个，我们需要在油灰铲子和风扇盒子中间装一个转盘，这样就可以从背后来旋转这个盒子了。这个盒子里面装有LED灯、开关，还有电池盒。

1.先做一个转臂。我用的是电气柜的支架、一个6号的螺钉螺母，做出来的转臂如图F所示。这个很容易做，因为指甲上已经有了两个孔，而且已经有了直角的弯折。大家也可以用牢一些的管夹或者其他的金属来做。

2.在盒子上标记处孔的位置，准备将转盘和转臂安装上去。在油灰铲子上也标记好需要去除的区域和孔的位置，准备装转盘（见图G）。钻孔，然后将需要去除的区域切掉，再用6号螺钉螺母组装起来。我用



材料与工具

- PVC材料的风扇盒子以及圆盖子这些在电气柜里面装灯的时候常用
- 转盘，3英寸，方的就行，Rockler的货号是#28951 (rockler.com)
- 油灰铲子，塑料的，4英寸的
- 电池盒，能装两个7号电池的，Radioshack的货号是#270-398， (radioshack.com)
- 侧边开关，Radioshack的货号是#275-0406
- LED灯，白光的，RadioShack的货号是#276-0017
- 螺钉螺母，#6-32，1英寸的（3个），0.25英寸的（9~11个）
- 管夹（可选）
- 纸张
- 双面胶
- 烙铁与焊锡
- 常用手工工具
- 电钻
- 热胶枪和胶棒
- Dremel旋转工具，带研磨盘和切断轮（可选）



的是Dremel的研磨盘来做这些去除材料的工作的。大家还可以用Dremel的研磨片来将螺丝的多余长度切掉。

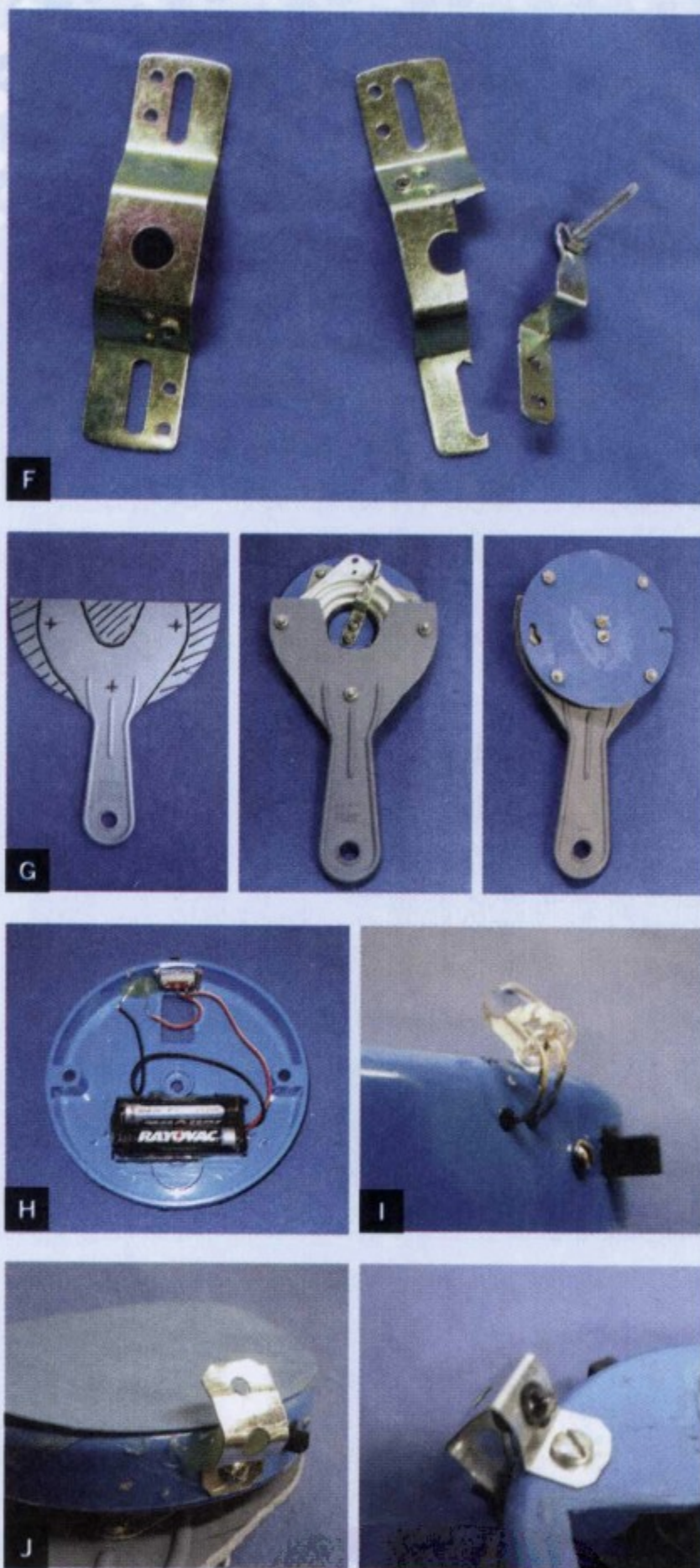
3. 现在我们的旋转系统就搭建起来了，下面可以做电气这部分的工作。将盒子外面的突出部分都切掉——我用的还是Dremel的研磨盘。将电池盒黏到风扇盒子里面，小心地将拨码开关的触点弯好，然后对盒子进行剪裁和钻孔，将开关如图H所示安装上去。再在盒子侧边钻两个孔，准备装LED灯。然后用热熔胶将LED灯固定到位，角度向上45°。

4. 将开关、电池盒的电线，还有LED灯用电线连在一起。注意分清极性正负（LED的长腿是正极，接红线）。如果要对LED灯再加一些防护，大家也可以装一些管夹，这样可以起保护作用，也可以当把手，如图J所示。另外还可以在LED灯周围再涂一些热熔胶。

5. 用#6的螺钉、螺母将风扇盒装到盖子和转盘上，再用双面胶将一个纸盘黏到盒子上。现在你的光路旋流器就完成了，看起来就像图E中所示的（见第49页）。

要操作这个光路旋流器，可以打开LED灯，闭上一只眼睛，然后拿着这一堆东西靠近另一只眼。眼睛对着前方的空白表面看，同时转动这个灯。大家要尝试拿着这个光路旋流器，保证什么时候都有光照，但是不能直射。这些光被你的眼睛会聚到视网膜的一部分区域，这部分区域不在通常的视野中心。这个效果就是在眼睛内部形成了一个亮光源，不停地移动并从不常见的角度来照亮血管。血管只是在感光的视网膜前面一点点的距离，移动的光源则使得视网膜没有时间去补偿进而去除这些阴影。

你看到的阴影图像是你的眼睛独有的。真正的视网膜镜用的是将红外光源沿着圆周照射视网膜，同时测量红外光的反射。检查到的血管的不同将导致反射的变化，进而能



达到独特的数字签名。

脑活动探测仪

脑活动探测仪（见图K）让我们能看到视网膜上神经的活动，由于视网膜被认为是脑部的一部分，我们实际上就看到了我们的脑部活动了。这个研究最早是在1825年报道的，当时被称为蓝色圆弧现象。这个效果很微弱，但是我认为这是你看到的眼睛里面最

漂亮的东西了。

用铝制饮料罐裁剪出一个圆盘，正好盖住纸杯的底部，这个和我们做阴影探测镜的情况类似。

在这个圆盘上用锥子或者刀头钻一个孔，然后用哑光处理的胶带贴上一些红色的玻璃纸。这时，如图K所示，将这个盘片拿胶带黏到纸杯上去。

使用这个脑活动探测仪的时候，将它拿到右眼前面，对着亮光看。将两眼闭合30秒，然后睁开右眼盯着发红光点的右侧看。你会看到两个蓝色的光弧从中间的圆点发出来，朝着右边某处发射。这个现象在几秒之后会消失，而且，如果直接看红点的时候也会消失。

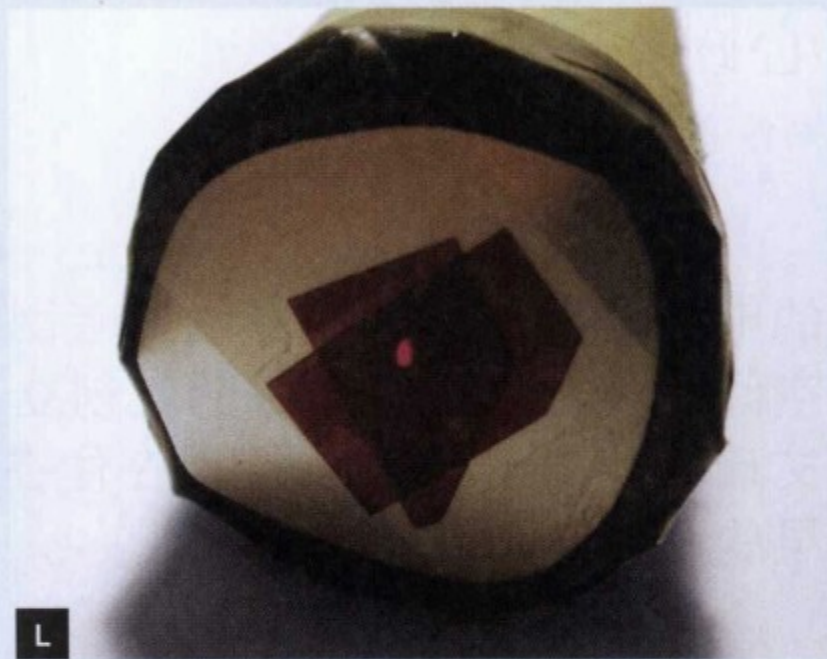
你可能要试好几次才能看到这个现象。尝试过程中，大家可以张开双眼，然后再闭上30秒，让眼睛适应黑暗环境。大家也可以用左眼来试，不过这个时候要朝红光点的左侧看，蓝色光弧也是朝左的。

这些光弧形成的原因如下，视网膜获得了红点的图，而神经细胞正传递着从光接收器那里获取的信息。由于视网膜是脑部的延伸，因此我们已经看见了脑细胞的活动了！

结论

这些项目每一个都有大量的改动和提升空间——请大家发动想象，相信你们可以找到更多可以节约时间和钱的方法。

更多关于悬浮物和蓝色光弧的信息，大家可以查看1982年4月乔尔·沃克发表在《业余科学家》上的文章，也可以看1984年2月的《爱科学的美国人》。大家还可以去看或者下载我在《物理教师》和《美国生物教师》上写的文章。这几篇文章都详细描述了这些你能在眼睛里看到的東西。大家还可以登录makezine.com/go/mauser和makezine.com/go/mauser2查看。■



材料与工具

- 纸杯
- 铝制罐子
- 红色的玻璃纸
- 哑光的玻璃纸胶带
- 锥子或者刀子



摄影：格雷戈里·海耶斯

指南针脚链与心率挂坠

通过传感器，人们能感觉方向并看到自己的心跳。

约翰·凯利西

传感器之家 (sensebridge.net) 是一个着重于开发关于人类自身的电子套件制作的制作爱好者团体。它最早由几个美国旧金山破解空间噪声之家的几个好朋友创立，约翰·凯利西采访了传感器之家的艾瑞克·伯依德。伯依德现在住在加拿大多伦多，他介绍了公司的最早的两个产品。

约翰·凯利西：指南针脚链是如何工作的？

艾瑞克·伯依德：这是一个指南针脚链。你将它绑在脚上，它可以通过振动告诉你哪一个方向是北。脚链里面有8个振动电机，跟手机中的类似。这几个电机均匀分布在脚踝周围，每次只会会有一个电机工作——不停地给予刺激。

不管你现在对着什么方向，这个指南针脚链会告诉你哪一个方向是北。对北方的感知是这个指南针脚链最重要的功能。由于人的大脑的可塑性很强，过了一段时间，就不会再想“脚上在振动”，而是直接反应为“这个是指北”。这也是我们这

个设备的高超之处，它利用了大脑能够在一段时间后适应持续的刺激这一点。很有意思。

约翰·凯利西：你对指南针脚链的市场情况如何看待？

艾瑞克·伯依德：我们在我们的朋友身上装了一些样品之后，很多人就告诉我们他们想要这个产品。他们总是说：“这个很酷，我想买一个。你们卖套装吗？”我们的市场定位人群是极客们，那些人总是非常想在自己身上做研究。

但是在更广阔的人群中，有很多没有方向感的人，而我们这个设备完全能解决这个问题。大家可能都

会遇到刚出了地铁，不知道走哪条路了。这个指南针脚链能解决这个问题。我相信我们的这个产品针对于户外运动爱好者、军方、消防员——这些时刻需要注意方向的人来说也是有市场的。

约翰·凯利西：现在我们聊聊心率挂坠吧。

艾瑞克·伯依德：这是一个可以戴的挂坠，它在检测到心跳的时候会闪弱光。如果你是想提升跑步效果，那么需要戴胸带。这个设备用心电检测技术来检测心跳，然后通过无线传输到挂坠上，挂坠则根据收到的信号来点亮灯。



约翰·凯利西：你是怎么想起来做心率挂坠的呢？

艾瑞克·伯依德：我非常喜欢将那些个人的身体数据可视化。如果将心跳的信息告诉周围的人，会改变大家的行为么？大家又会对你有怎样的观感？

我戴着的时候遇到了各

种非常有趣的社交反应，而这也是佩戴这个挂坠的重要原因之一。人们很容易从这个挂坠开始交谈。我这个挂坠不仅能显示心跳，还能记录。然后，我能回去看看我这一天的心跳发生了怎样的变化。这个事情还是很有意思的。☑

➤ 大家可以到sensebridge.com订购传感器之家的套件。

约翰·美国凯利西是一位驻美国曼哈顿的记者，他的电话是(212) 989-5619。大家可以到jonkalish.tumblr.com查看有关无线电文章、iPod广播，还有NPR的故事。

DIY 血压监测仪

自己做一个高效智能的、便宜且便携的血压监测仪。

阿历克斯·卢塞尔、盖瑞克·奥查德、卡罗尔·瑞丽

高血压是很致命的疾病，它能导致心力衰竭、中风或者肾脏问题。1/3的美国人患有高血压的问题，而在发展中国家，由于缺乏检查手段，高血压正逐渐成为导致孕妇死亡的主要原因。

目前市面上的血压监测都是无痛的，但是这些设备都有一些问题：有点娇贵，在很多条件下不实用，而且还含有汞这种进入环境后有毒的物质。而且这些血压仪还会存在很多人为误差，需要医生用听筒来判断。

因此我们决定自己做一个更好的血压监测仪。它要可以装兜里带走，用电池供电，因此在电力不稳定的地方也能用。监测仪整体都是用可靠的固体材料制成，不含汞。这个设备还能自动地获取血压，不会引入人为误差。

下面我们将介绍如何用不到50美元的成本来做一个血压监测仪，并能随时随地测量自己的血压。

我们的DIY血压监测仪

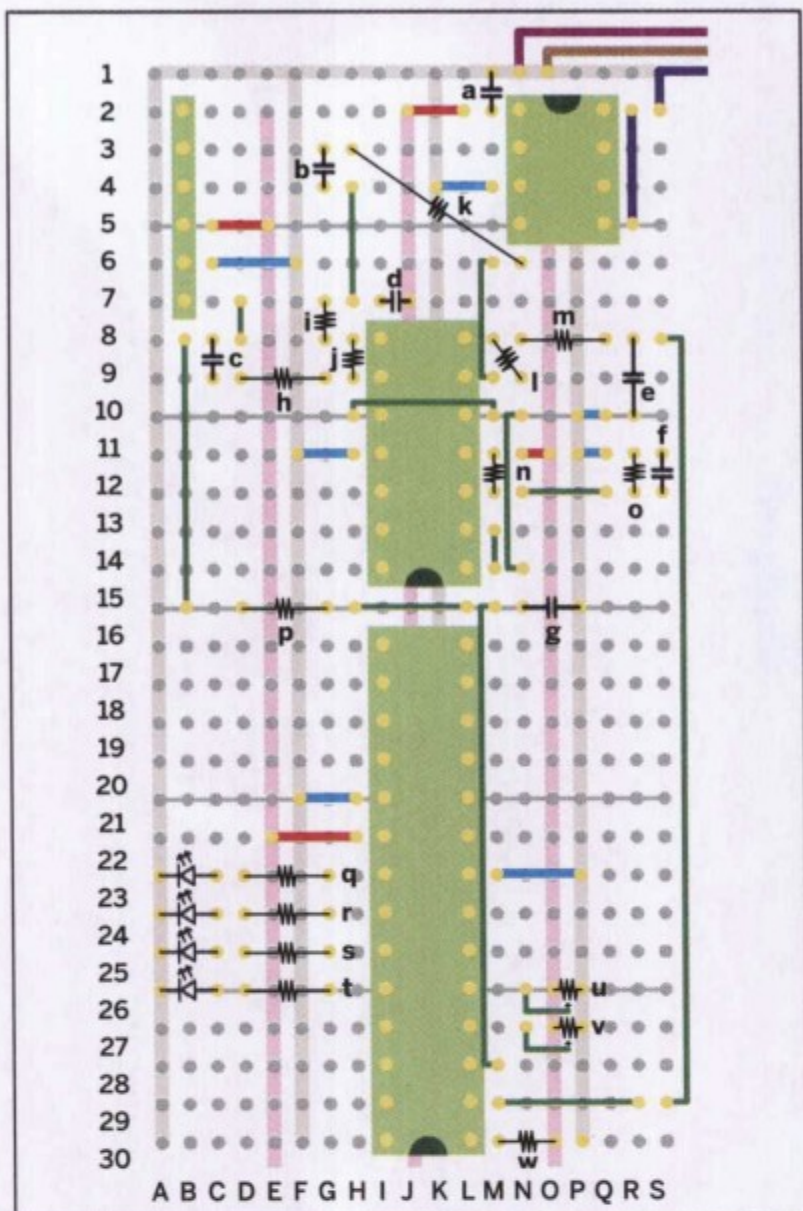
我们的自供电环保低价血压仪（SEA-BPM或者叫做sea-bump）用起来很方便。它是一个可充气的臂带里面有一个电子的压力传感器，可以测量臂带中的气体压力。臂带充分

充气之后能完全阻断动脉，当臂带的压力释放出来之后，血液又能通过血管，每次心跳的时候，血管壁上的压力就会涨跌变化。

这将导致臂带中的压力不断变化，能被传感器检测到，进而可以用来计算血管的收缩压（最大值）和舒张压（最小值）。这种方法叫做示波法血压测量（更多细节参见makezine.com/go/obpm）。我们的算法会计算两个血压值，用C语言进行编程，并在PIC芯片上实现。

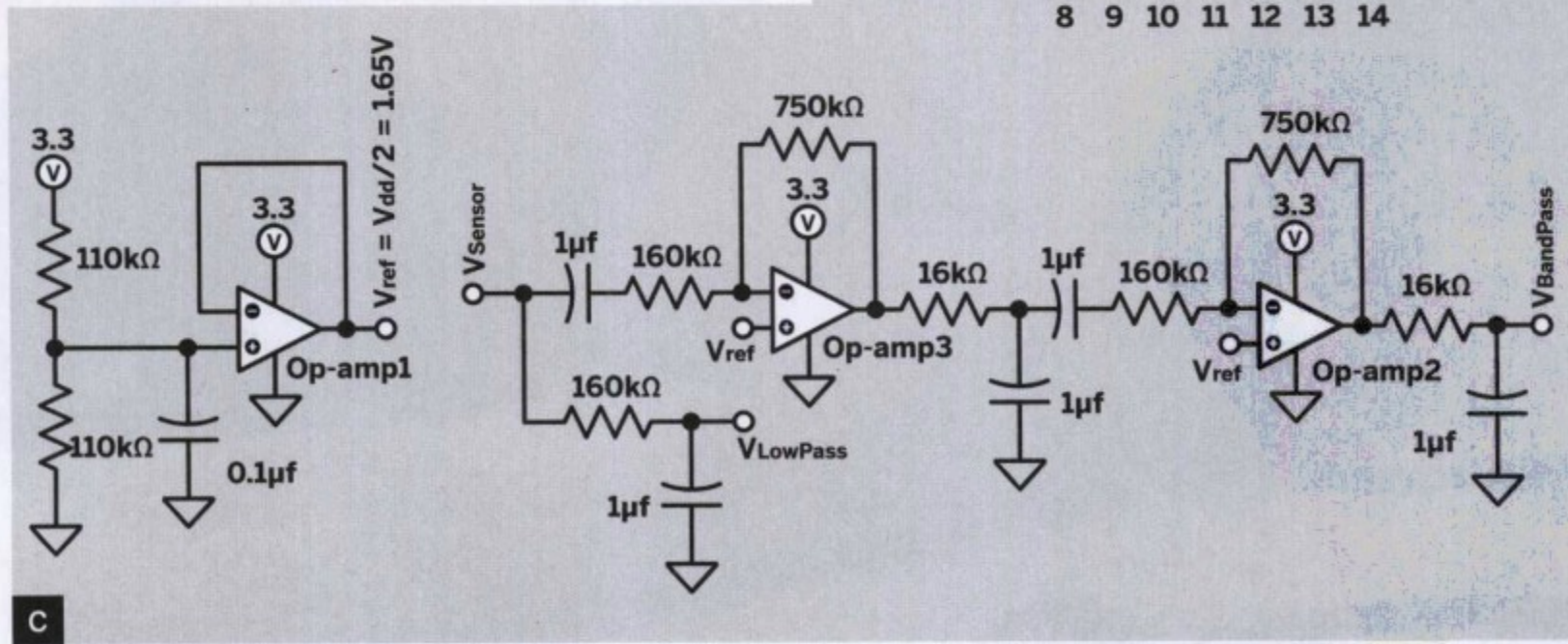
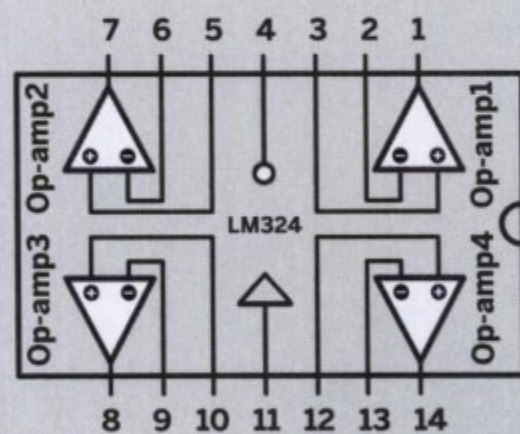
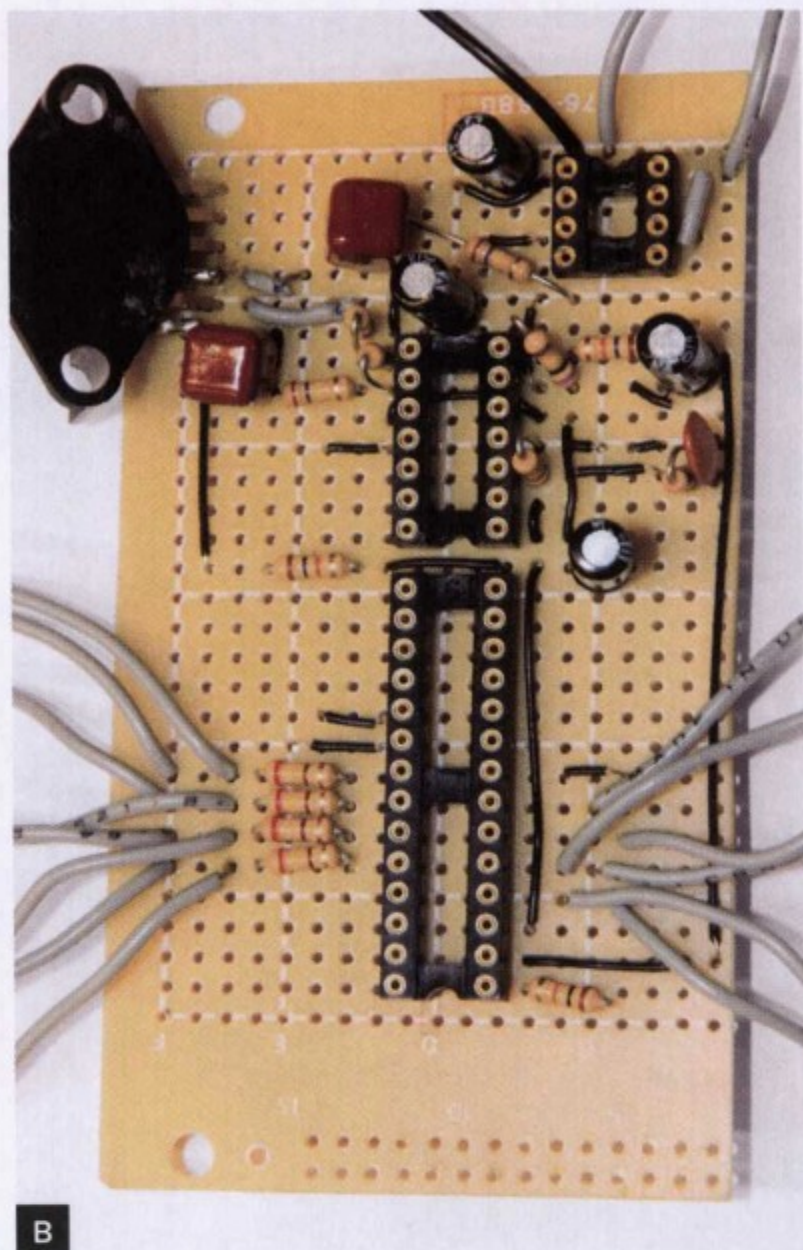
为了提升在世界上那些电力供应不稳定的地区的用电效率，我们的设备配备了镍镉充电电池，可以用手持发电机充电。充满电之后，这个设备可以用大约50个小时。我们还将设备里面富余的压力表去除了，这样能减小设备体积和重量，设备也将更加稳定。由于这个设备是自动化测量的，读数会更加精确，不会导入人工误差。一次测量不会超过30秒。





颜色对应的信号
粉红色：+3.3V
灰色：地
红色：电源连接线
亮蓝色：接地线
绿色：一般电线
紫色：接电池地
棕色：接转盘地
暗蓝色：接开关

- | | |
|------------------|-----------------------|
| a: 1 μ F | m: 16k Ω |
| b: 1 μ F | n: 110k Ω |
| c: 1 μ F | o: 110k Ω |
| d: 1 μ F | p: 160k Ω |
| e: 1 μ F | q: 200 Ω |
| f: 0.1 μ F | r: 200 Ω |
| g: 1 μ F | s: 200 Ω |
| h: 160k Ω | t: 200 Ω |
| i: 16k Ω | u: 100k Ω 可调电阻 |
| j: 750k Ω | v: 100k Ω 可调电阻 |
| k: 160k Ω | w: 10k Ω |
| l: 750k Ω | |



材料

电路板，大约3英寸×4英寸，RadioShack的货号为#276-168，参见radioshack.com

双列直插芯片座：8脚（1个），14脚（1个），28脚（1个）。比如Digi-Key的#A24807-ND、A24808-ND和3M5480-ND，参见digikey.com

稳压芯片，8脚封装，Digi-Key的#LT1121CN8-3.3#PBF-ND

微控制器，Microchip的PIC18F2321。Digi-Key的#PIC18F2321-I/SP-ND。当你订货的时候，可以要求Digi-Key预先用makeprojects.com/v/29的代码进行预编程。如果你有自己的PIC编程器，你可以自己编程。你会用到MPLAB和C18编译器来进行编译，或者直接可以将hex文件写入设备。

运算放大器芯片，四芯片封装的LM324N，Digi-Key的#LM324NFS-ND

电阻：110kΩ（2个），160kΩ（3个），16kΩ（2个），750kΩ（2个），10kΩ（1个），200Ω（4个）。大家也可以在LED灯上用240Ω的电阻，但是用200Ω的会更加亮一些。

电容：0.1μF（1个），1μF（6个）。其中5个1μF的电容必须是非电解电容，因为电解电容是无法作为高通滤波器的，剩下的两个电容，一个是1μF的用于电源稳压芯片，另一个给电压参考做稳压器用，可以用电解电容。

LED，5mm规格的：红色（1个），绿色（1个），黄色（1个），透明（1个）。RadioShack的货号为#276-209、276-304、276-021和276-014。

压力传感器，5V供电，最大电流7mA，6脚封装。这个在Mouser电子的货号为#841-MPX5050GP1。参见mouser.com

Wagan小型发LED电筒充电器。Amazon上的货号为#B001198GFAF，这个需要拆开装手柄。便宜的手

柄就能用，在alibaba.com上的批发价大概是2美元1个。

电池座，可以装3节5号电池，Digi-Key的货号是#BC3AAW-ND

镍镉电池，5号的，Digi-Key的货号为#SY114-ND

带尼龙臂带的血压计，这个需要提前为成人臂围做裁剪，大小为10~16英寸，Amazon的货号为#B000G35EP2

工程盒，大概6英寸×4英寸×2英寸。比如RadioShack的#270-1806

把手，1英寸长（2个）。RadioShack的货号为#274-416

变阻器，总阻值为100kΩ，线性变阻（2个）。RadioShack的货号为#271-092

切换开关，单刀双掷，Digi-Key的货号为#450-1523-ND

绝缘电线，线号为20~22号以及24号的，我们推荐24号线用作第10排的跳线，需要从双排直插座下面穿过；20号~22号的线其他地方用。

工具

锯子

记号笔

烙铁与焊锡

剪线器与剥线器

螺丝刀

电钻与钻头：3.5mm、5mm、6mm，还有7.75mm以及8mm的钻头，或者是任何适合你选择的LED灯、变阻器以及开关的钻头。

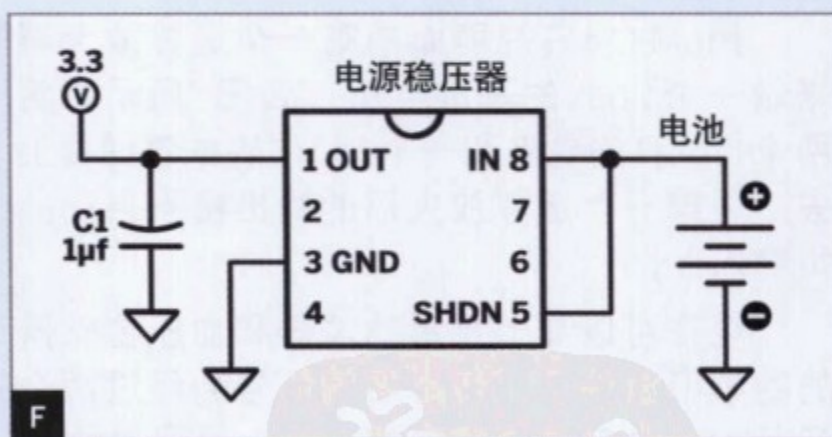
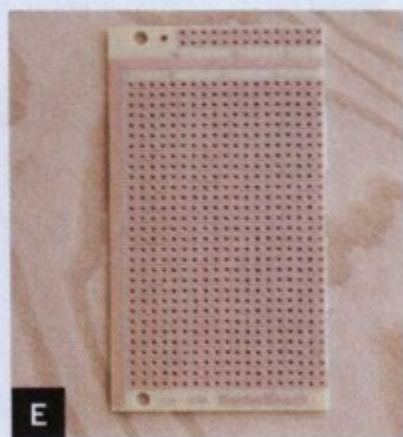
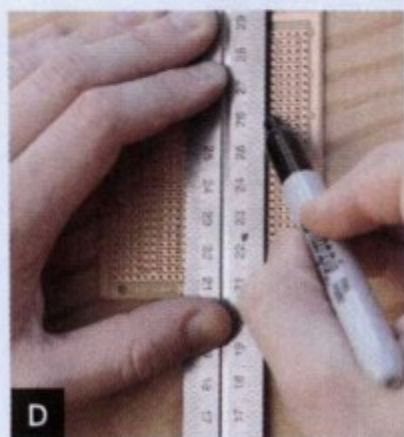
手锯

架子

标签架

锉刀（可选）

PIC编程器（可选）



1. 制作电路板

1a. 将电路板裁剪到合适的大小

用一个黑色的记号笔，在电路板上如图做好标记，然后用锯子锯下来（见图D、图E）。

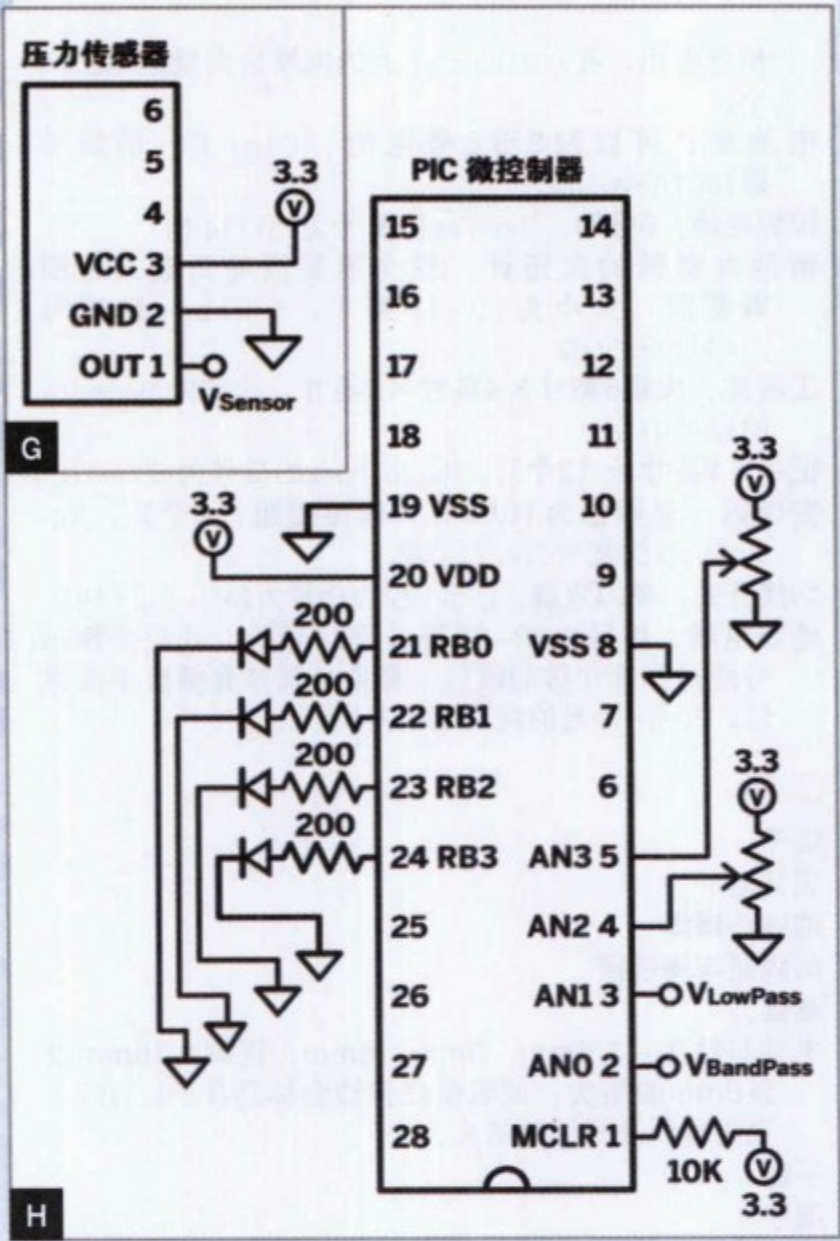
1b. 放上稳压器

在电路板的右上角放一个8脚的双列直插芯片座，然后如图A、图B、图F所示焊接。

在1号脚与地直接焊接一个1μF的电容。从8号脚上焊接一根线，之后会跟开关的悬空线连接起来。将两根线焊接到地，分别用做发电机的地和电池的地。

1c. 放上滤波器

如图A~图C所示将一个14脚的双列直插芯片座放到电路板上，然后再加上电源线，4号脚为3.3V，11号脚为地。如果你用的电线比



22号的还粗，第10行上就要用一个更长的跳线，因为需要绕开这个芯片座，不能布线芯片座底下了。

用LM324芯片里面的第一个运算放大器来做一个1.65V的基准电压。如图C所示，将两个110kΩ的电阻和一个0.1 μF的电容器焊接上去。将第一个运算放大器的输出接到自己的负输入上。

现在可以加上平滑滤波器和血压传感器的频率组件了。传感器的信号会经过两个环节，一个是带通滤波器，另一个是独立的低通滤波器。

带通滤波器包含两个级联的高通滤波器和低通滤波器。其中第一个高通滤波器专用将一个1 μF的电容和一个160kΩ的电阻串联就可以了。将电容连接到传感器输出引脚1，电阻连接到3号运算放大器的负输入上。在3号运放的输出和负输入引脚之间焊接上一个750kΩ的电阻，这就起到了放大电路的作用。

在此之后是一个低通滤波器，将一个

16kΩ的电阻焊接到3号运算放大器的输出上，然后连接到电路板的一个空的焊盘上。然后从这个焊盘焊接一个1 μF的电容接到地。

将这个低通滤波器的输出接到第二个高通滤波器上，而这第二个高通滤波器用一个1 μF的电容和一个160kΩ的电阻串联就可以了。

将这第二个高通滤波器的输出传给2号运算放大器的负输入上，然后再在2号运算放大器的输出与负输入之间焊接一个750kΩ的电阻进行增益调节。

将增益后的输出连接到第二个低通滤波器上面，将2号运算放大器的输出通过一个16kΩ的电阻连接到空焊盘上，然后再用1 μF的电容从这个焊盘连接到地。将这个滤波器的输出（V型带通滤波器）连接到微控制器的2号引脚（0号模拟输入）上。

现在来连接独立的低通滤波器：将压力传感器的1号输出脚通过一个160kΩ的电阻连接到空焊盘上，将同一个1 μF的电容从这个焊盘连接到地上。将这个滤波器的输出（V型低通滤波器）连接到微控制器的3号引脚上（1号模拟输入）。

1d. 连接压力传感器

将压力传感器焊接在板子的左上角，然后如图A、图B、图G所示进行连接。

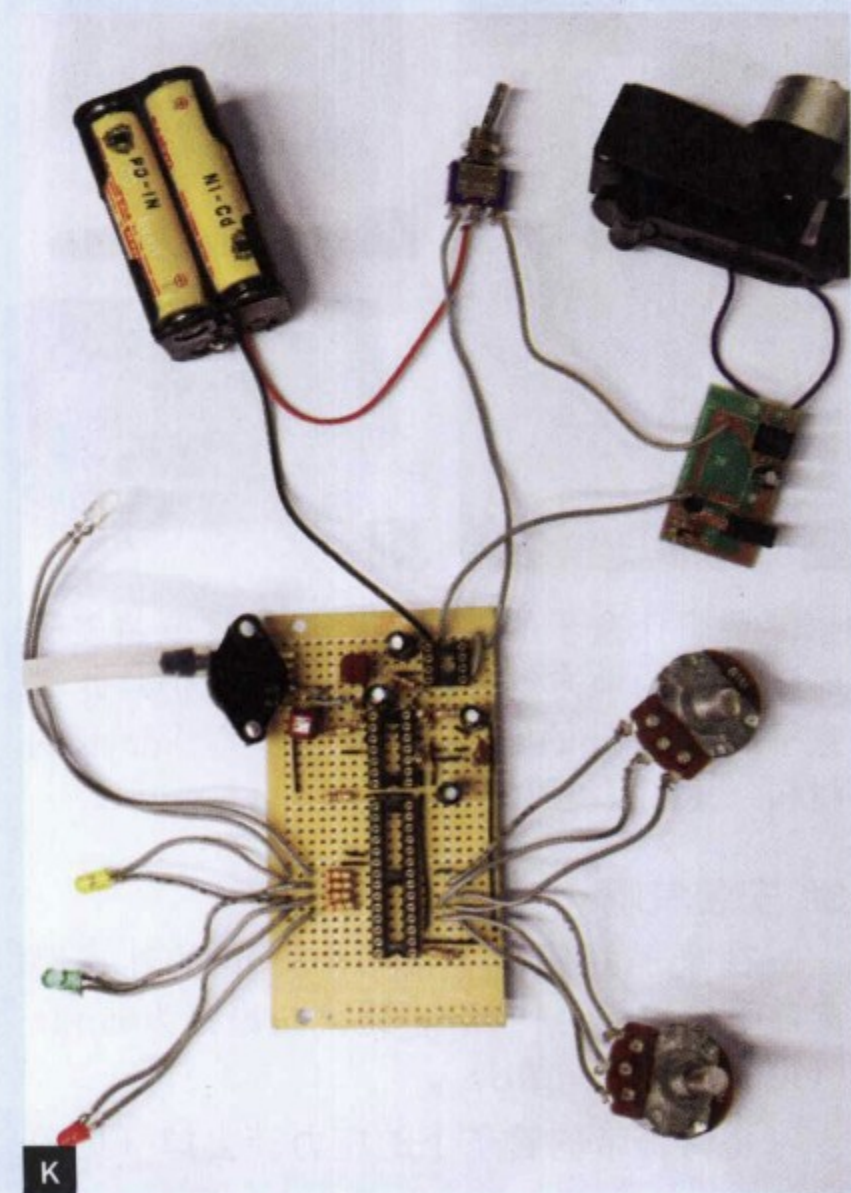
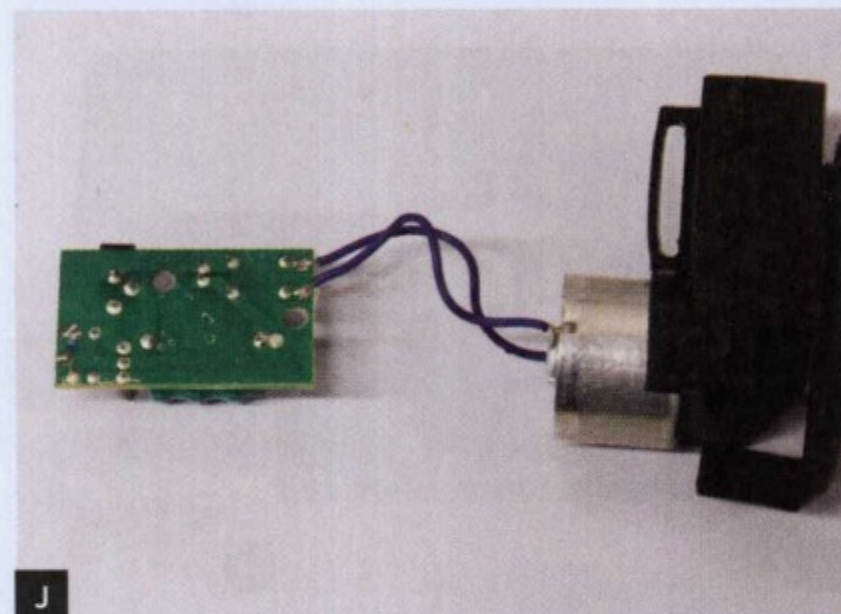
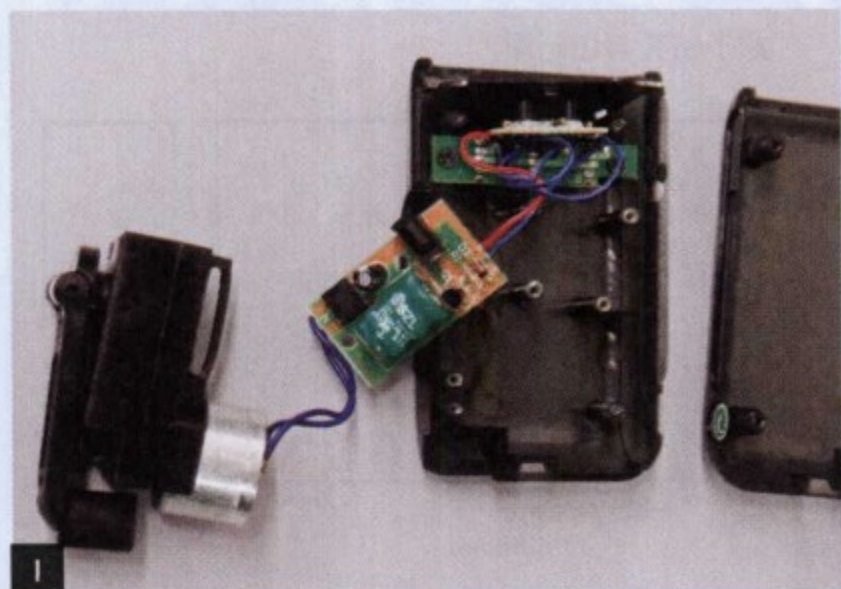
1e. 连接微控制器座

将一个空的28脚双列直插芯片座焊接到板子上，如图A、图B所示。然后再如图A、图B、图H所示进行连线，但是焊接结束之前不要将微控制器芯片插上去。

连线电源端子，将8号脚和19号脚连接到地，将20号脚连接到3.3V电源。

将复位引脚（1号引脚）通过10kΩ的上拉电阻连接到3.3V上。

现在处理LED灯，在21~24号脚上如图A、图B和图H所示各焊接一个200Ω的电阻，电阻腿连到LED再接到地，如图所示。LED灯的顺序是：电源（透明灯）为21号引脚，状态（黄灯）在22号脚，通过（绿灯）在23号脚，不通过（红灯）在24号脚。



如图A、图B、图H、图K所示连接变阻器，如果焊接的时候觉得太麻烦了，可以使用电源和地线这些电路板上的已经连接起来的焊盘。

2. 制作电源

现在可以改动手电充电器，改装成手摇式发电机了。

2a. 找一个摇杆和对应的电路板。

将手电翻过来，去掉外壳角落上的4颗螺丝。然后去除外壳。

将锁紧手摇杆的螺丝去除，然后将固定较大电路板的螺丝去除（见图I）。

将两块电路板之间的电线剪断，现在摇杆还是连接在较大的电路板上（见图J）。

2b. 将电池焊下来

将电池从板子上焊下来，之后会换上3节镍镉电池，使用时间更长。

2c. 装上开关和新电池

将一根线一头焊接到摇杆电路板的正极输入上，另一头焊接到开关的一个外触点上。

将电池座的正极的线焊接到开关的中间触点上（见图K）。将3节镍镉电池装入电池盒中（这里展示的是4节的电池座）。

2d. 连接到我们的电路板上

现在将我们在1b这个步骤里面添加的两根悬空线连起来。从稳压芯片的8号脚过来的电线焊接到开关剩下的一个触点上，然后将摇杆的底线焊接到摇杆电路的负极触点上（见图K）。

现在我们就有了一个简单的可充电电源了。开关在一侧的时候，电池就连接到摇杆电路，可以充电。在另一侧的时候，电池就连接到我们的电路，提供电源。这样摇杆就永远不会连接到我们的电路，不会出现损坏。

3. 制作盒子

3a. 在盖子上钻孔

总共要钻9个孔，用于在顶上装开关、LED灯以及在底下装变阻器，请大家参照钻孔图（见图L）。

3b. 测试各元件安放是否合适

去掉4个角落上的螺丝，将盖子从盒子上去除，然后检查变阻器，LED灯还有电源开关是否都比较合适地安放在各个孔中间（见图M）。如果安放不好，需要适当地对应扩孔。

3c. 锯掉变阻器的引脚

用夹子和手锯将变阻器的引脚锯到大概12mm的长度（见图N）。

3d. 在盒子上做标签

用标签机来给绿色LED灯打上“通过”，给红色LED灯打上“不通过”，给黄色LED灯打上“进行中”，同样要在开关处注明“开”和“关”（见图O）。

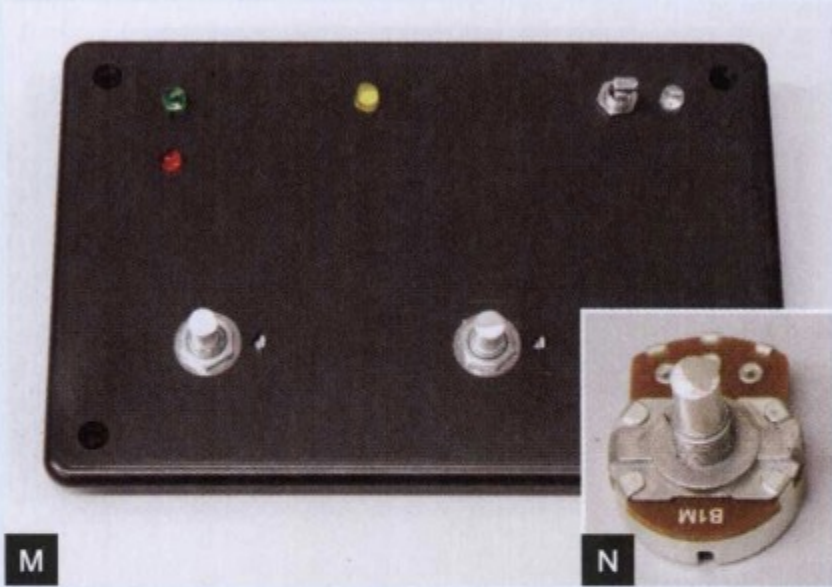
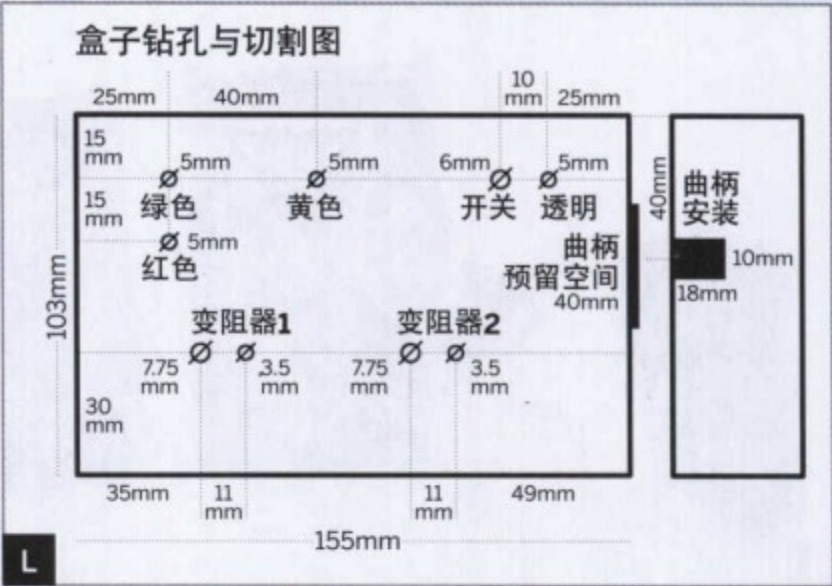
测试变阻器是否安放合适，将变阻器都按逆时针调到底，然后安上把手，调到45°朝左下的位置。将左把手标上“舒张压”，右把手标上“收缩压”。如果要校准，将舒张压的最小位置（逆时针到底）标记为60，顺时针调到底，将最大值标记为110（都是以mm汞柱为单位）。然后在标签中间再加入一些中间值。比如，最大值110和最小值60的中间位置为85。

在收缩压的最小值位置（逆时针到底）上标上100，然后顺时针到底，再标上180。然后，同样加上中间值。

3e. 安装曲柄

从盒子的右边锯下来一块矩形条，大概10mm宽、18mm深，距离右边缘为40mm（见图P）。

试试曲柄是否能正常安装，这个曲柄的外壳需要紧贴盒子的内侧，也需要紧贴盖子的边缘（见图Q）。



要想让盒子的盖子正合适，需要将盖子碰到曲柄的地方锉掉或者切掉。我们从距离盒子顶部25mm的地方开始，锉掉了40mm长的材料（见图L、图P）。

3f. 安装气嘴

在盒子的顶面上钻一个8mm的孔，距离盖子的边缘为15mm，距离左边缘为55mm（见图R、图T、图U）。

将臂带带的管子上的压力计去掉（见图

s)，确认从臂带过来的管子能合适地插入你所钻出的孔中（见图T）。

4. 组装

将电池放到电池盒中，然后将电池盒放到我们的工程盒的底部。将手转的曲柄斜插入对应的盒子侧边的孔中。将LED灯、变阻器还有开关插到盒子的盖子上。将管子的悬空端连到压力传感器上。将盖子安到盒子上，然后再用原来的螺丝重新安装好（见图U）。

最后，将变阻器的调节杆逆时针拧到底，然后将把手装上去，使得记号对着45°朝左下，这就是你标记的最小值。现在就完成了。

使用

用自供电的环保血压监测仪来测自己的血压：

1. 将变阻器转动，选择所需要的舒张压和收缩压的最高值。

2. 将设备启动，电源的LED灯将不断地闪烁。如果没有闪，可以将开关拨到关的位置，转动手柄30秒，为电池就重新充电。然后再打开设备。

3. 将臂带绕在手臂上，位置在手肘之上。

4. 先确认靠近气筒的阀门关着，然后用打气筒向臂带中充气。当黄灯亮起来了之后就停止充气。

5. 慢慢打开阀门，让气体慢慢流出。大概需要14秒，臂带中的气体才会完全放光。

6. 看好通过和不通过的LED灯，看看哪一个亮了。绿灯表明血压在选择限值范围内，而红灯则表明血压超出了所选择的范围。

如果两个灯都亮了，那就是测量过程中出错了，很可能是放气太快了或者太慢了。再试一次看看。■



血压太高

血压是我们的一个重要指标，它是心脏搏动时循环的血液对血管壁施加的压力。每次心跳的时候，这个压力值在最小值（舒张压）和最大值（收缩压）之间变化。在美国人群中，理想的收缩压为90~119，理想的舒张压为60~79，单位都是mm汞柱。如果两个值中有一个高了，你就患有高血压了。

血压随着年龄的增长也会升高。同样还会因为锻炼、压力、饮食以及睡眠的情况不同而变化。如果长时间处于高血压状态，我们的身体将有多方面被损坏，包括可能的心脏问题以及中风。孕妇中高血压带来的问题占到5%~14%，这也是产妇死亡的主要原因之一。



⚠ 注意：这是一个实验的原型。不要将这个设备测量的结果作为健康依据。你还是需要找个医生来获取你的准确血压值。

+ 下载项目代码：makeprojects.com/v/29

阿历克斯·卢塞尔、盖瑞克·奥查德还有卡罗尔·瑞丽都是美国约翰·霍普金斯大学的博士生。

TACIT: 触觉手腕 测距仪

这个超声波蝙蝠手套能让你隔空感觉到物体的存在。

斯蒂夫·霍伊夫



Tacit是一个可以佩戴的设备，能与你面对的距离转化为手腕上的压力。距离物体越近，这个压力就越大。用你的手转一圈，这个设备就能将周围的物体转化为触觉的图像传递给你。我设计了这个Tacit，目的在于帮助那些视力损伤的人来感知环境。当然，视力正常的人拿它来做更有效的感官提升也是很好玩的，特别是在夜里。

斯蒂夫·霍伊夫 (grathio.com) 是美国旧金山一位技术问题专家。他花费了很多时间来让人们了解技术，并让技术为人们服务。

我的第一个版本的Tacit是头戴式的，上面有振动电机，当物体靠得越近它振动得越快。但是这个设计看起来有点像科学怪人，而且绝大部分的障碍物都在头部以下。再就是电机在头部对着脑袋振动，也许某一天会让我变白痴。

我意识到将这种模拟视觉的传感器装到头上是我自己的错误观念，相比之下手转动方向更加灵活，用处也更大，而且将设备放在手腕上不影响手指的活动。

这个测距仪上，我用了两个价值30美元的超声传感器，可以探测10英尺远的物体。两个传感器有一定的角度，可以探测更大的角度范围。我曾经想过用更小的红外传感器，但是其总是受到太阳光、红外遥控器、监控摄像头以及吸光表面的干扰。激光测距仪更加精准，但实在是太贵了。

这个测距仪将数据输入到Arduino Pro Mini里面，而这个微控制器则控制两个伺服电机，带动两个伸缩的橡胶转动，动手背（见图A）。这个伺服电机有着亚秒的响应时间，使得Tacit能有即时反应的效果。每个戴此设备的人都能立即感受到。



1. 组装 电子元器件

为了安装所有的电线，我为Pro Mini做了一个带接头的面包板。首先沿着Mini的边焊接了一排12×1的单排针。然后将面包板裁剪成9×12孔的大小，再将两个12×1的单排座焊上去，这样就能将这个板子和Pro Mini对插

材料

超声距离传感器，用的是Parallax的Ping（2个）。制作爱好者小站的货号是#MKPX5，参见makeshed.com

微控制器，用的是Arduino Pro Mini 5V，16MHz的。任何5V供电的Arduino或者其他兼容的微控制器都可以用，比如Arduino的Nano（制作爱好者小站的货号是#MKGR1）或者Ardweeny（制作爱好者小站的货号是#MKSBO12）——但是3V供电的Arduino用不了。

伺服电机，手工用的，9g（2个）。比如Turnigy的#TG9或者Hextronix的#HXT900

面包板，裁剪成9×12孔的大小

单排针和座：直的座（1×24）、直的针（1×24），还有直角的针（1×12）

电线，20到22号线，这个要绝缘的多芯线，要不同颜色的

电池，9V

卡扣连接器，用于连接9V电池

开关，单刀双掷的侧滑开关

机加螺丝，2.5mm直径，8mm长（或者用4-40×3/8英寸的），带螺母和垫片（6个）

Shapelock塑形材料，大概35g，其他低熔点的用来塑形的聚乙内酯塑料都可以

宠物用的塑料板，1/16英寸厚，3英寸×3英寸或者更大的，其他能够加热和弯折的平的硬塑料也可以。我用的是PETG，来自mcmaster.com，货号

为#85815K11。

橡胶或者塑料带子，6英寸×1英寸。我用的是刮刀片氯丁橡胶，3mm厚，12英寸×12英寸，也可以用2mm厚的，戴起来更凉快。

魔术贴，不要黏性的，12英寸就够了
压边条，4英寸长，这个在布料点都有卖
小的扎带
胶水

工具

烙铁与焊锡

装满热水的小盒子

剪刀

电钻与钻头：2.5mm的

缝纫机，大号的更好，或者用大号的针，强力的线，再加上足够的耐心。

转换电缆，从FTDI 3V3就是USB转TTL电平的。带Adafruit FTDI接口的USB线也行。制作爱好者小站的货号是#MKAD22

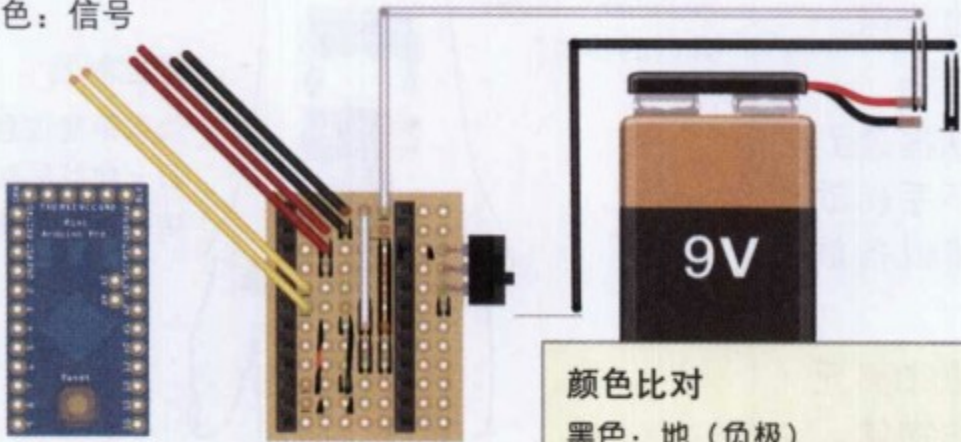
带USB口和网络连接的计算机

软件：Tacit的工程代码，这些在Github上面有，网址为gist.github.com/1175994

裁剪氯丁橡胶的模板，可以到makeprojects.com/v/29下载

布局与组装

连接到Parallax的Ping超声传感器：
黑色：地
红色：5V电源
黄色：信号



右方的排针和Arduino Mini Pro上的针的布局一致。两个横向的3脚排针（图上未显示）用于连接伺服电机。

颜色比对
黑色：地（负极）
白色：稳压之前的9V
红色：稳压后的5V电源
黄色：超声信号
橙色：伺服电机信号
灰色：桥接

了，在板子上面的一边留下来多余的两行，可以用于放电源开关。

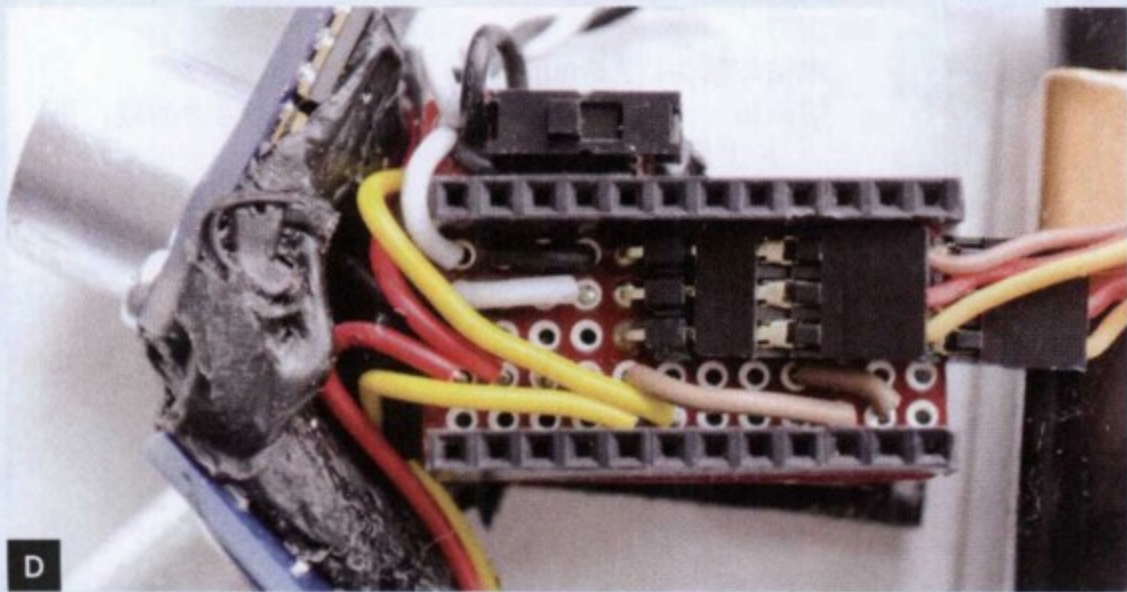
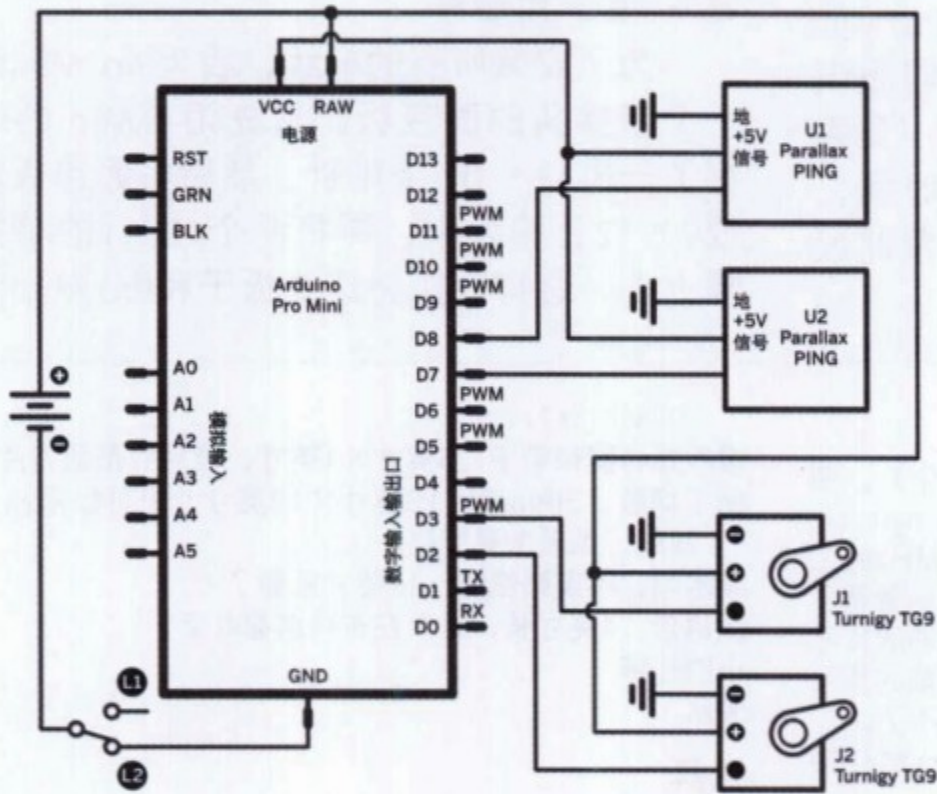
将一个6×1的直角排针座连接到Pro Mini的上面，这个是用来编程以及连接两个3×1的直角插座的，直角插座会连接两个伺服电机的电缆。

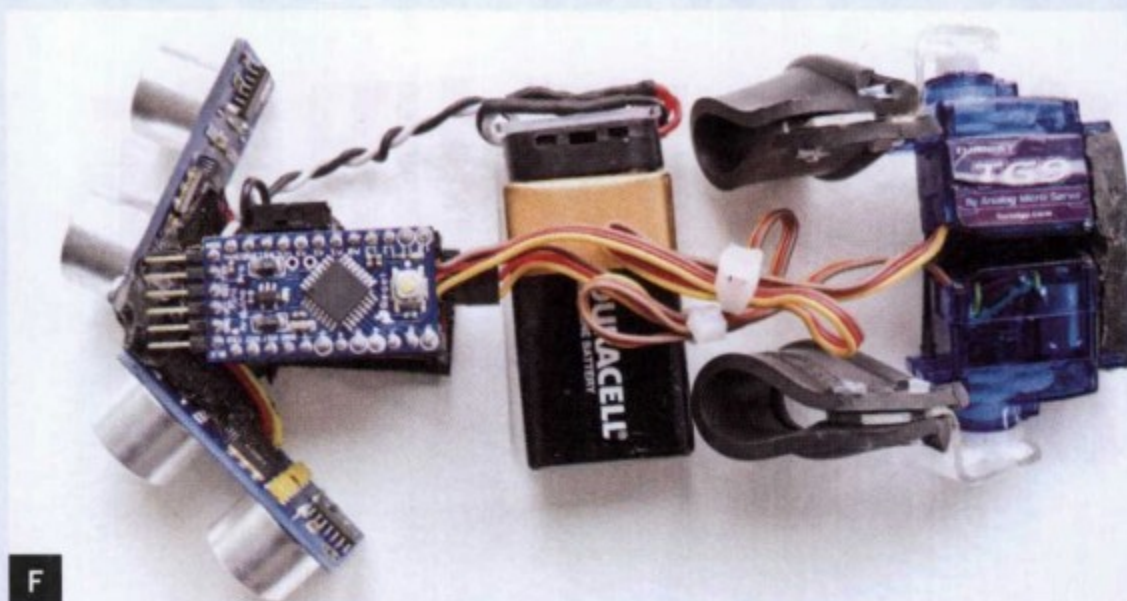
按照布线图和原理图（见图B、图C）将外部连线接好。将9V电池的正极接到Arduino板上伺服电机的接头中间引脚（正极）上，将电池负极通过开关接到Arduino的地，并直接连到传感器和伺服电机的地上。将Arduino的VCC电源接到传感器的电源上。最后将Arduino的数字输入输出D7和D8与传感器的信号端子连起来，然后将D2和D3与伺服电机的信号端子连起来。

2. 安装传感器和效果器

将ShapeLock塑形材料用热水融化，然后塑成可以连接两个传感器的支架，能够放在壳子的上面并形成大约120°（见图D）。注意不要堵住编程口，如果要想加强支撑，可以在塑性材料还软的时候将小螺丝透过传感器的板子的安装孔扎到塑形材料里面。

将伺服电机背对背放置，然后再放一些塑形材料。用宠物塑料板剪出两个条，每个大约3/8英寸×1 1/4英寸。用烙铁隔空加热，然后完成堆成的直角S形。在每个支架上钻孔，并将每个支架安装到一个切下来的橡胶做的环形上，然后将两端黏到





伺服电机的杆上（见图E）。将这两个组件把电池夹住（见图F）。整个机械结构就制作完成了。

3. 对Arduino进行编程

从arduino.cc下载Arduino的集成编译环境并安装。然后到gist.github.com/1175994下载Tacit的工程代码。

在Arduino集成编译环境中打开工程代码，选择“工具→板卡菜单”，然后选择对应的Arduino型号，然后在“工具→串口”中选择对应的串口，如果不止一个串口，选那个数字最高的就行。

用USB转TTL的电缆（或者带FTDI接口的USB电缆）连接计算机和Pro Mini。点击验证并上载，就能编译代码并烧写到控制器的芯片里面。

4. 做长手套

从makeprojects.com/v/29下载长手套的模板，然后用剪刀从氯丁橡胶上剪出这个形状来。

将魔术贴剪出需要的形状，并缝到氯丁橡胶需要的地方上。然后再缝一圈压边带，

技巧：氯丁橡胶缝起不太容易，如果用缝纫机很容易折断针。因此我们需要用最大号的针，用粗线，并且在缝橡胶的地方都上一层废布料（感谢Cyberoptix实验室的毕珊妮·潇博分享此项技巧）。

装到中指上，缝的位置就是Arduino所在位置的前方。

用强力胶将对应的魔术贴和电子元器件以及塑料支架粘起来。这个魔术贴能帮助我们拿出电子元器件并清洗氯丁橡胶。手部设备变脏总是出乎意料得快。

缝到容易磨损的材料上时电子元器件总是不可避免的会被弯折，但是焊接的焊点总是在在此之前就断开了。因此，如果可能的话，需要将线穿过孔，并用扎带提供足够多的固定点。我是在做“摇滚版石头剪子布”的时候学到这一点的，教训相当深刻（这是另一个故事了，参见makezine.com/go/rpsglove）。

改进机会

现在我在做Tacit2.0版，通过改进软件、压缩硬件，然后用可充电的电池，并用适合盲人的充电方式，将采用无线充电或者电磁匹配充电。■

➤ 大家可以到gist.github.com/1175994下载Tacit的工程代码，到makeprojects.com/v/29下载氯丁橡胶的裁剪模板。

特别感谢设备设计公司的设计师，他们给了我很多关于早期Tacit版本的很好的反馈。

以上电路和软件都是在创新共享的BY-NC-SA许可下发布的。

我们所拥有的技术



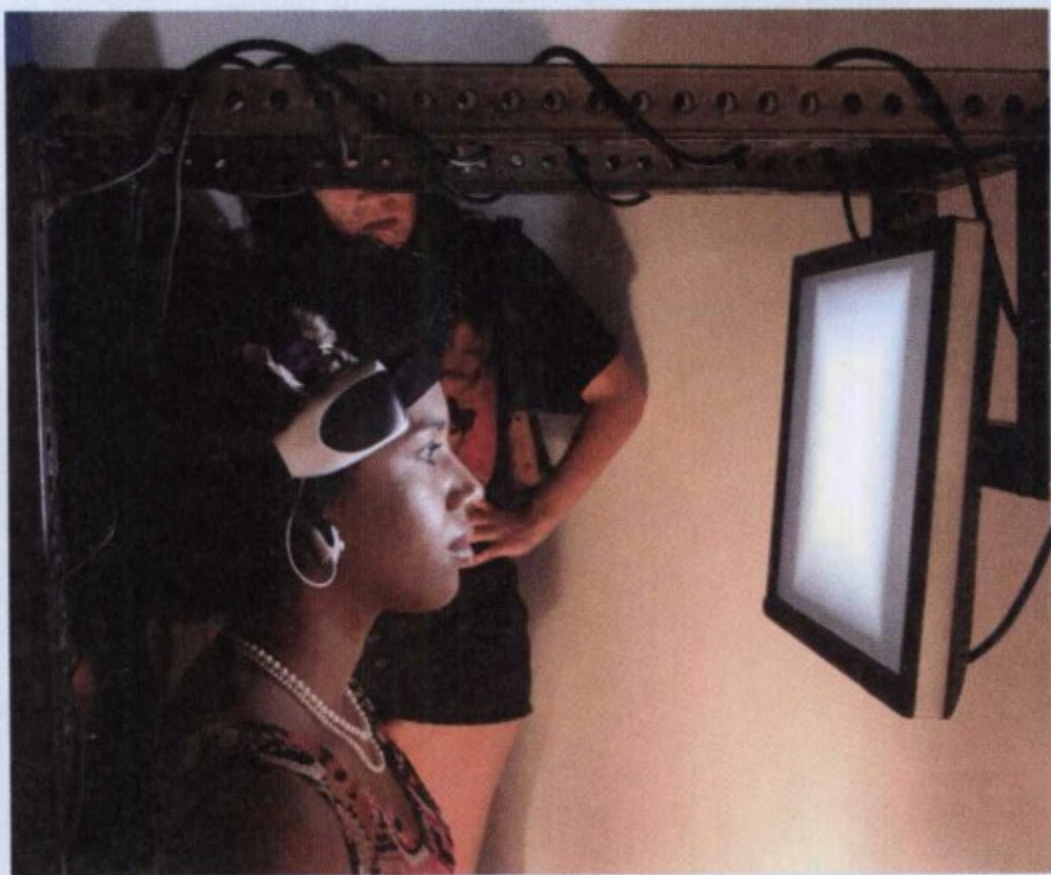
大脑的呼喊

需要尽快冷静下来吗？只要经过14分钟的闪光图案和一阵乱响，米奇·阿尔特曼的脑部之旅眼镜就能带你到脑海深处逛一圈。这些声光机器能产生脑电波频率的脉冲，能起到让人缓和心情、沉思的效果。

用脑电波来开车

既然大脑能直接开车，为什么还要去研发机器人司机呢？德国研究人员发现将驾驶员的脑电信号和智能刹车系统联系起来能够将刹车反应时间缩短至130ms，这个的效果就是在每小时60英里的速度下，安全距离增大了13英尺。汽车生产商已经开始实验，将NeuroSky脑电阅读器安放到座椅的枕头上，防止司机开车的时候打盹，因此一个意念就能刹车的时代也许将要到来了。makezine.com/go/eegcar

——克雷格·考登



CHOSCILLATOR

锡安·麦金泰尔在2011年的美国纽约制作爱好者大会上邀请参与者用意念和电脑玩拔河比赛，用的就是他的Choscillator这个互动工具，这是从Mattel公司的Mindflex改装过来的，还有一台电脑和一个钢架子的椅子。计算机不停地在要求人集中精力，然后放松，一旦要求的集中精力或者放松的状态达成后就提出另外一个要求，“这样模拟了我们与新的模拟情景技术之间的关系”麦金泰尔如是说。www.boxysean.com/projects/choscillaor.html

——高利·莫哈默德

沉睡者

如果2011年你在美国纽约制作爱好者大会的医疗与健康的第二道那里逛过，你可能就已经见过布莱恩·斯基夫的脑部活动。

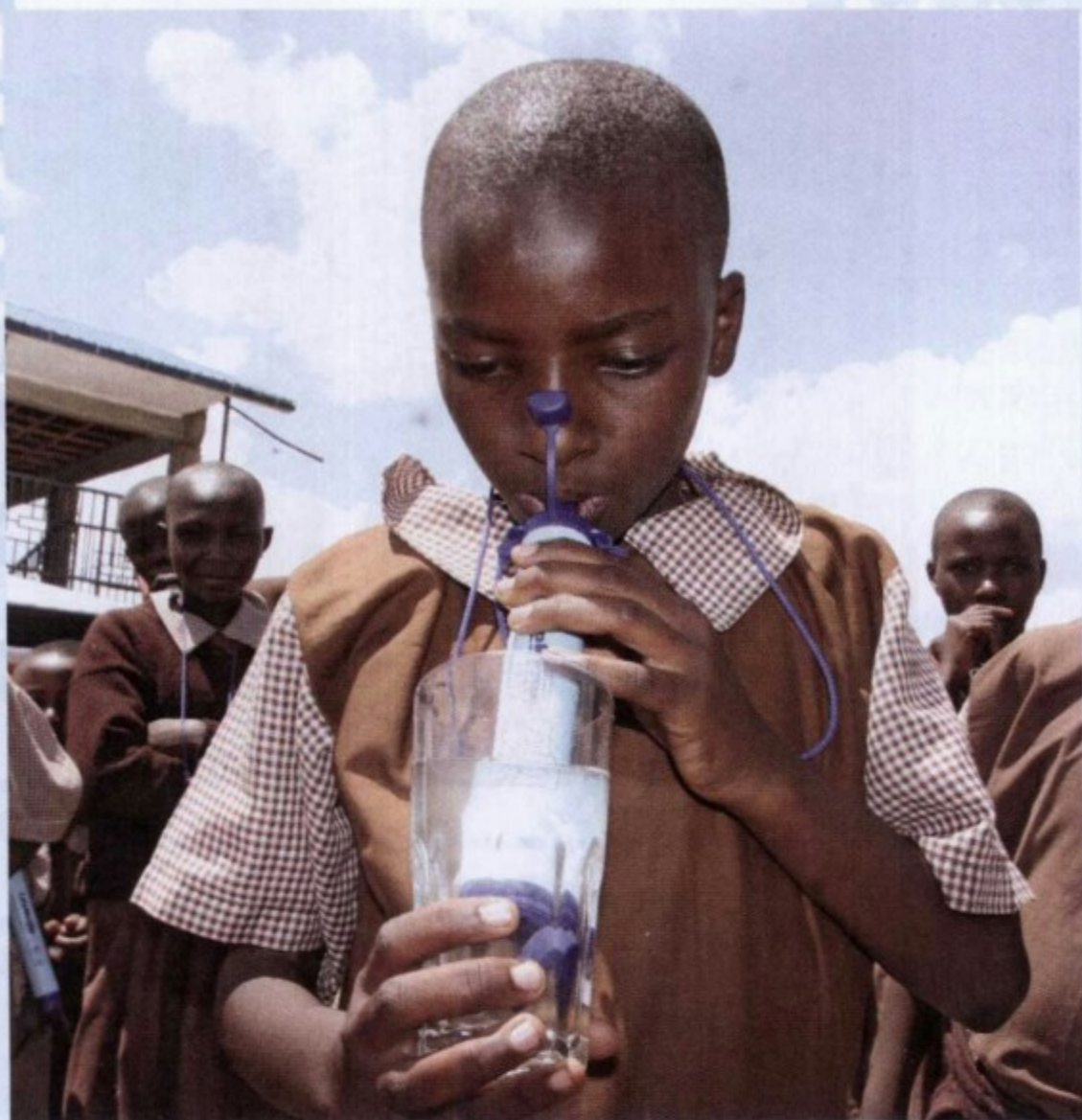
斯基夫是美国康奈尔大学电子工程系的学生，他改装了一个Zeo的睡眠监控器（藏在他的帽子里面），可以将实时的脑部活动通过蓝牙发送到脖子上戴着的安卓平板电脑上。

斯基夫的改装技能使他成为Zeo的顾问，这样可以向着开源开发的方向发展，同时也能让Zeo监控器更容易改装。

blog.myzeo.com/turning-a-hacker-into-an-asset

——CC





最后一根吸管

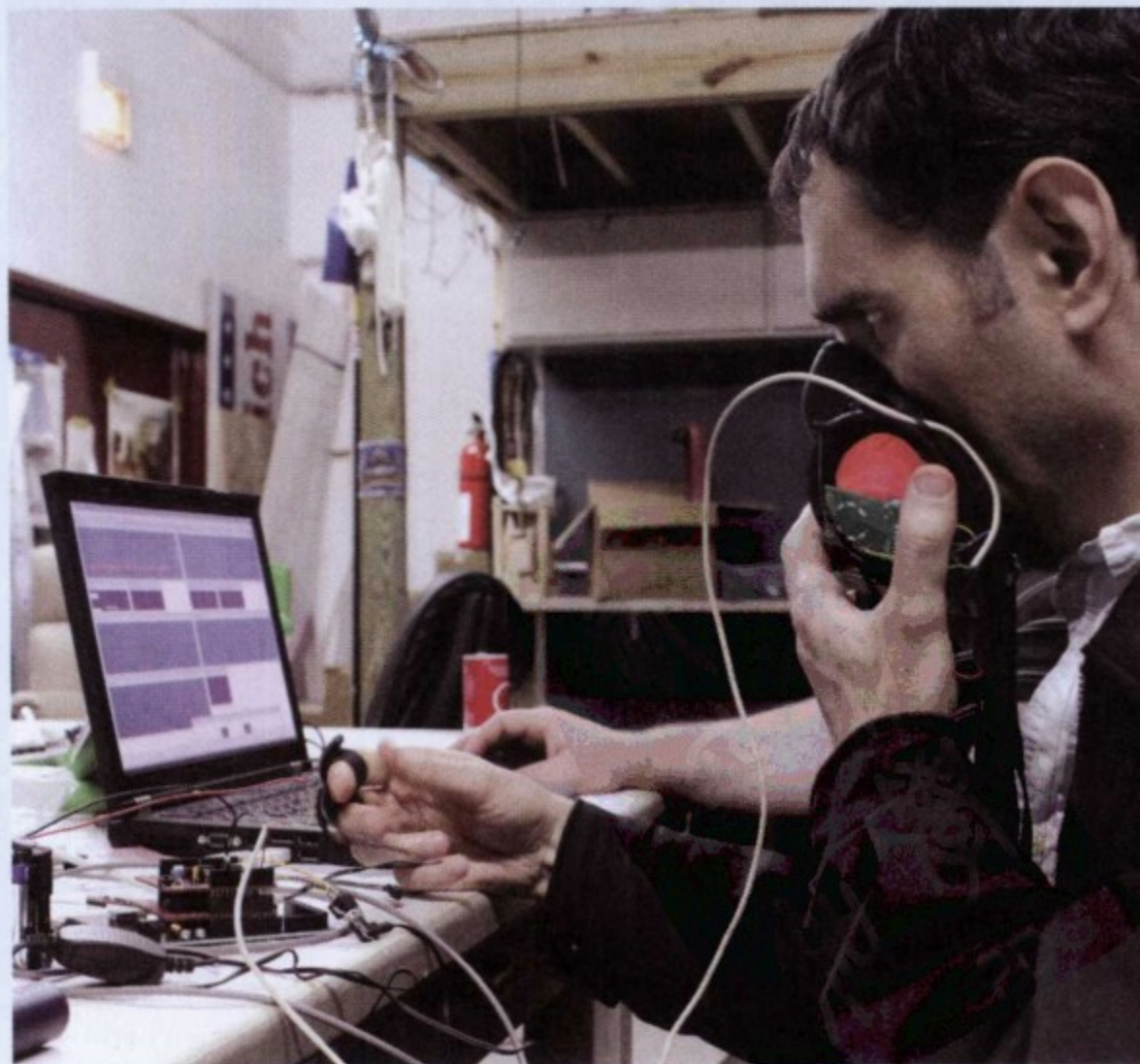
在很多发展中国家，安全的饮用水本身就是一个亟待解决的问题。考虑到这个需求，瑞士的Vestergaard Frandsen公司开发出了安全吸管，这是一个轻质的便携吸管形的水过滤器。这个设备长10英寸，直径1英寸，用起来很简单：只用咬住一头吸水就能过滤了，往吸管里面吹气就可以清理滤网。一根吸管足够过滤出供一个人使用一年时间的水，并能过滤掉绝大部分的细菌、病毒和寄生虫。vestergaard-frandsen.com/lifestraw

——罗拉·考克冉

未来的天才们

“动力站1号的生物传感器阵列”是全球骇客空间挑战赛的最终入围作品，它包括了一系列的电子工具，用于帮助初中和高中的学生测量——进而了解他们自身的生理过程。这个系统的核心是一个原版的Arduino，传感器阵列内容包括了体温传感器、血氧饱和度、心电图、皮电反应、肺活量与呼吸频率，当然也有二氧化碳的排放量。makezine.com/go/biosensor

——约翰·百赤泰尔



成本低廉的化学实验室

CheapStat是一个开源的、成本低廉的DIY电位仪（电化学设备），这是由美国加利福尼亚州大学圣塔芭芭拉分校的电子工程系的一组学生们做出来的。考虑到了发展中国家和本科的一些实验室资源短缺的情况，这个CheapStat能检查水里是否有砷、测量橙汁里面的维他命C的含量、进行简单的DNA测试等。这个设计团队计划将来继续做更便宜的开源化学设备。makezine.com/go/cheapstat

——LC



“生物学上的创新应人人都有机会、可负担，并向所有人开放。”

BioCurious?

美国旧金山湾区的BioCurious生物技术创新空间公司相信“生物学上的创新应人人都有机会、可负担，并向所有人开放。”他们占地2 400平方英尺的生物实验室和技术图书馆向会员开放，只是收一定的月费。他们还开课，每周都有聚会，培养了一个越来越大的生物实验新手和专家团体。biocurious.org

——GM



DIY DNA

想过要亲眼看看自己的DNA内部的情况吗？不用许愿了，自己可以用并不昂贵（相对）的OpenPCR套件来DIY。如果配合上一些MAC机或者普通PC机上的开源软件一起用，这个很酷的DIY热循环器就能辅助用户选择并复制一部分的DNA，并测试一些遗传特性。这个套件2011年7月面世，并被证实可以用来测试特定的肌肉效能特征和甘蓝孢子后，就被广泛用来在野外检查食物里面的转基因标定。openpcr.org

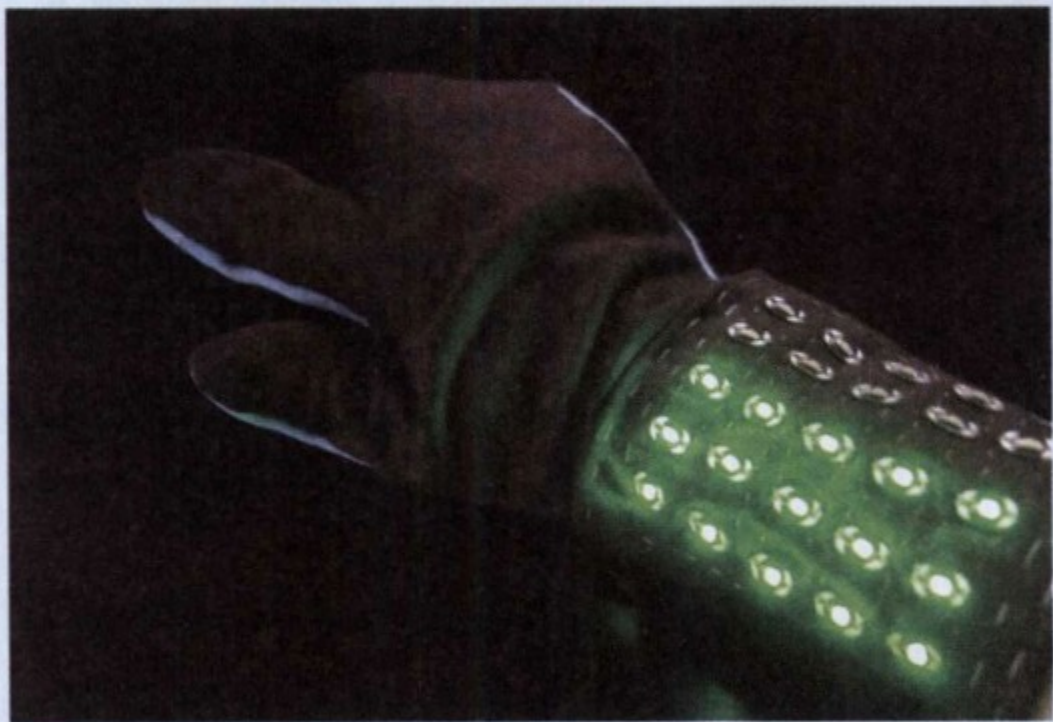
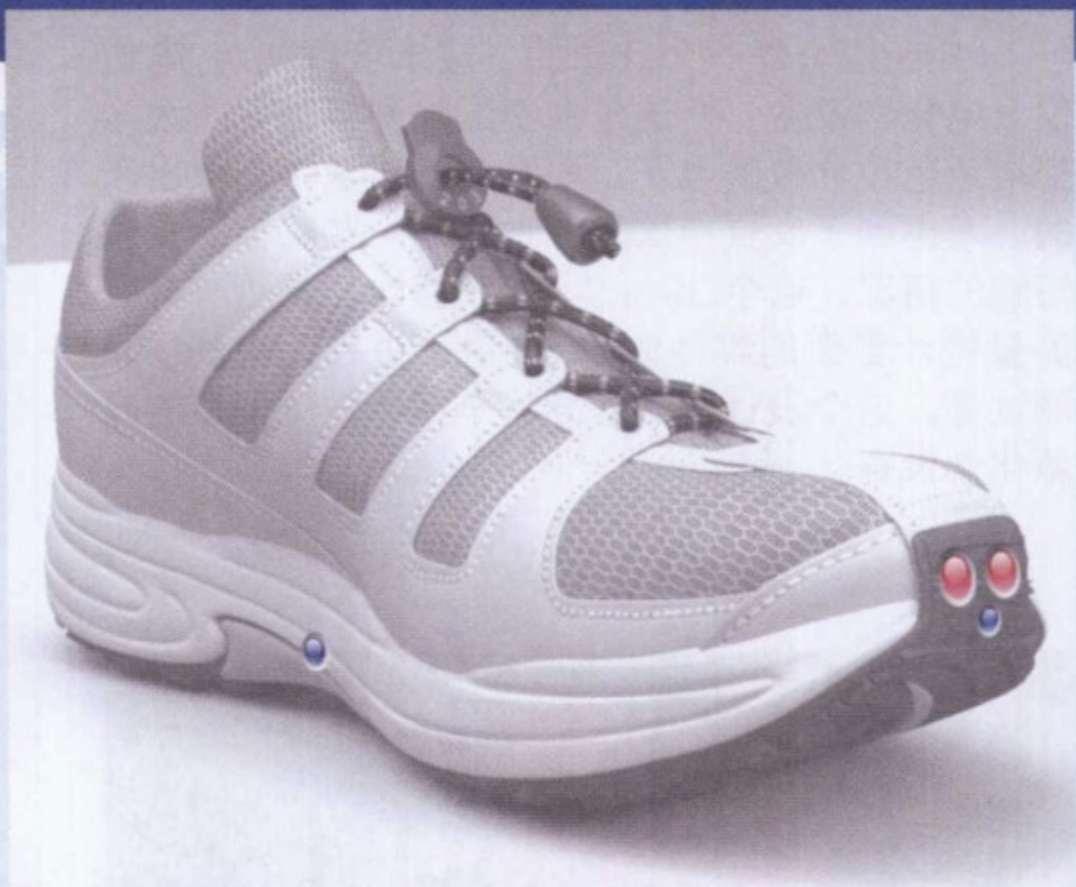
——格雷戈里·海耶斯



智能战靴

印度的Anirudh Sharma公司设计了一个开源的振动鞋,用于帮助盲人,这个鞋被命名为Le Chal,在印度语中的意思是“带我去那里”。这个鞋里面用了一个LilyPad的Arduino芯片、8个振动电机,还有一个蓝牙模块。用户只要对着智能手机说一个目的地,谷歌地图就会将路线通过蓝牙导入到鞋里。接下来在合适的时间,鞋中的不同地方就会振动,为用户指引转弯的方向。makezine.com/go/lechal

——LC



高质感

使用触觉手套可以通过一个全新而独特的方式来触摸这个世界。食指上的阻抗纤维传感器传来的信息将会以不同灯光的图案显示在袖子上的LED阵列上。这个手套的设计师阿莱·西雷希望让人们用不一样的方式来感受各种纹理,而这里就是用的灯光视觉效果。makezine.com/go/touchglove

——CC

磁力触摸

雷音·霍尼韦尔的指甲上,除了多层通常的指甲油,里面还有一个很罕见的用对二甲苯材料包好的地磁片制成的甲油胶,这让她多出了我们没有的一种感觉。“我能很容易地用我的手指背部感觉到铁材料,”她这么说,“会感到轻轻的拉力,这是很奇妙的感觉”。makezine.com/go/fingernails

——JB



3D可打印的陶特曼钩

开源假肢项目的目标是将开源硬件的原理应用到假肢的领域中去，但开源假肢目前仍因为病人以及只关注利润的那些公司而有所阻碍。这个陶特曼钩是一个有使用历史的人工手了，起的作用大多是安慰性的，算不上是很好的解决方案。大家可以打印一个出来自己看看。thingiverse.com/thing:2194

——JB

“假肢不应该比手臂和大腿更贵。”

用乐高来搭手

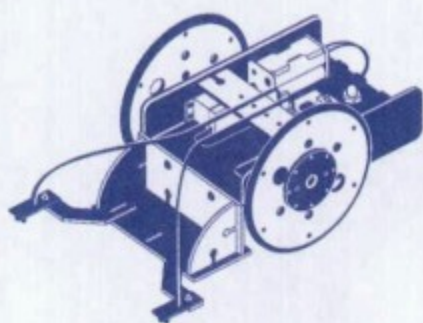
如果用价值500美元的乐高模块就能搞定，何必再去花费30 000美元去购买假肢呢？开源假肢项目鼓励公众合作来制作各种成本低廉的假肢原型。他们已经完成了一个可旋转的腕部的手，各个手指可以独立运动，还有灵活的大拇指。下一步是将电机和传感器系统加进去。如果你对这个想法感兴趣，可以通过openprosthetics.org与他们一起合作。 ——GH



恶魔之翼

在美国马萨诸塞州的康科德中学，真正的天使是DEMONS（梦想家、工程师、机械师和爱学习的人），这是这个学校的发明俱乐部，曾帮助了在校员工的儿子卢克，卢克被诊断为脑瘫。他们改进了昂贵的悬挂式学步机，改装成了“卢克天行者号”，提升了卢克的移动能力，让他能直接参与各种活动和走到他的朋友们中间去。makezine.com/go/skywalker ——GH





微型漫步者机器人

这是一个可自动识别方向的入门机器人，使用的是价值2美元的微控制器。

道格·佩拉迪斯

在2011年初我所在的机器人俱乐部上，“达拉斯个人机器人小组”（dprg.org）一直在寻求能够帮助初级会员们入门和提升机器人制作技能的方法。最后，我们拍摄了一系列的课程视频，涵盖了制作一个简单而可编程的机器人所需要的5个课题。这些课题是：用碳粉热转印法制作电路板、为ATtiny微处理器编程、用KiCAD进行电路板布线、用Inkscape设计机器人部件以及状态机编程。这些课程的视频在DPRG的网站上都可以找到。

微型漫步者是我们设计的支持这一系列课程的入门机器人型号。里面用的是很简单的ATtiny85芯片，它比起那些大芯片要简单很多，而这里的新套件版本则让大家能很容易切换进Arduino。

机器人机箱的灵感来源于现在已经停产了的Oomlout SERB，经过了DRPG会员的长时间的不断改进和提升。机器人身上的两个红外LED/传感器边界探查器组合最开始的设计初衷是为了让这个漫步者在桌子上走而不掉下去，但是稍稍改变就能用来规避障碍或者

走直线（另一个成功的改变是在轮子上增加了64路的编码器，可以做航位推算）。

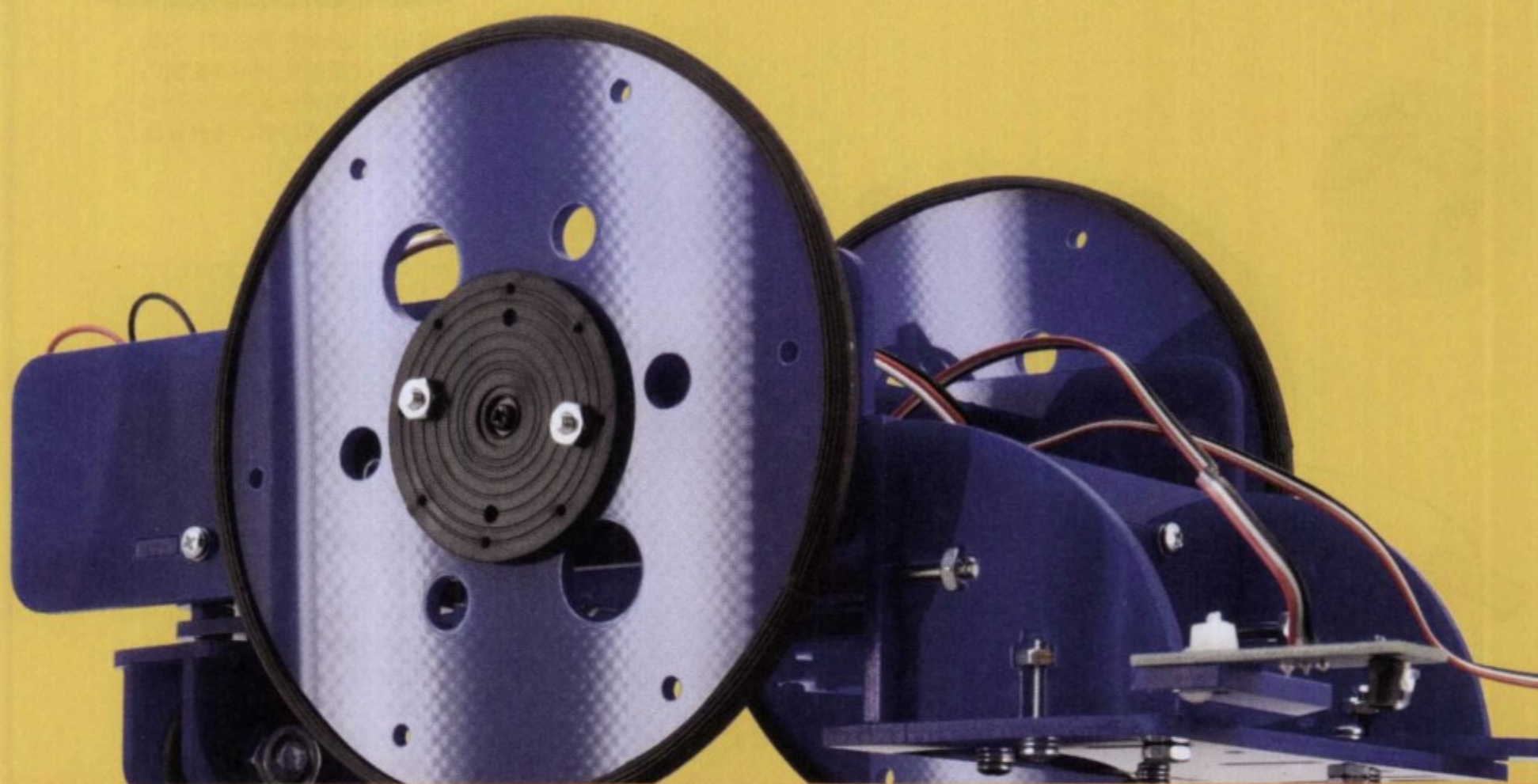
我希望我们在微型漫步者机器人身上得到的快乐能与其他机器人爱好者以及全世界的制作爱好者们一同分享。

道格·佩拉迪斯是美国达拉斯个人机器人俱乐部的成员，也是达拉斯制作爱好者地带的成员。他的主要兴趣在于微控制器、机器人、手工艺以及钓鱼。他非常想要一个激光切割机和数控机床。

准备：第75页

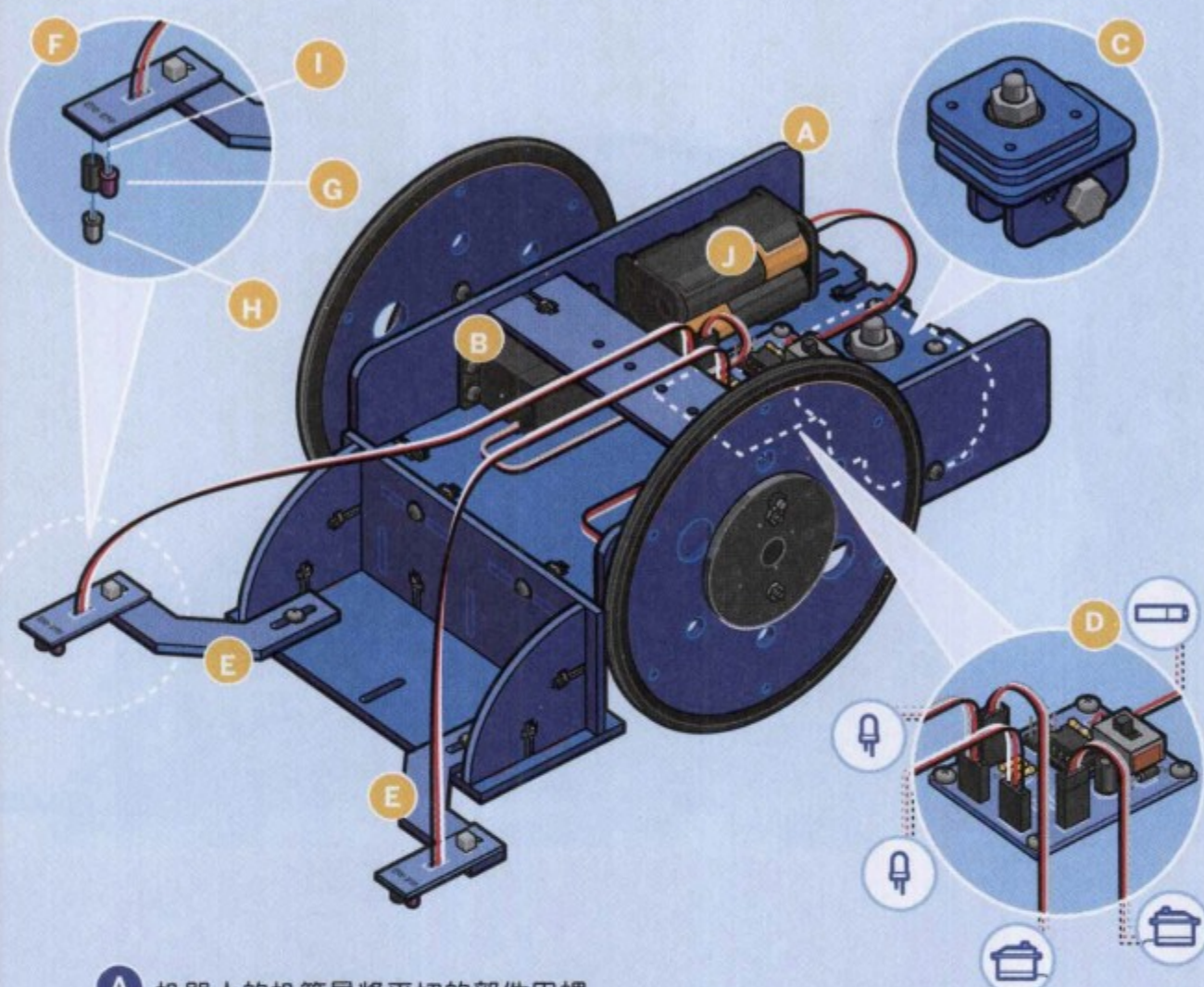
制作：第76页

使用：第83页



防止摔倒

这个微型漫步者机器人使用了两个自己做的红外接近传感器，再加一个价格低廉的8脚微控制器，它能完成自动在桌面上行进、绕开障碍以及沿黑线行进的任务。当然这些任务的传感器摆放位置和芯片编程各不相同。



A 机器人的机箱是将平切的部件用螺丝拧在一块的。

B 两个伺服电机，每个驱动一个大号的带橡胶胎的轮子。

C 一个摇摆的万向轮装在机箱的后方，作为第3个轮子并平衡整个机器人。

D 电路板上有一个ATtiny85微控制器，还有对应的编程接口、连接器、电源开关以及其他附属原件。在本项目中，ATtiny85是用C语言编程的，用GCC编译器生成hex文件。

E 机器人机箱前面的托盘为传感器的支臂提供了支撑。

F 支臂的另一头是一个传感器电路板。

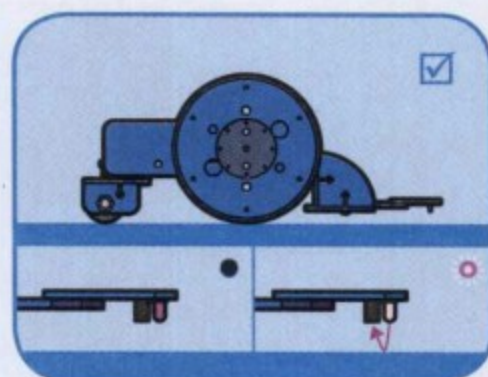
G 每个传感器电路板上有一个红外LED灯，可以用微控制器进行开关的控制。

H 每个红外LED灯旁边是一个光敏晶体管，这个光敏晶体管当红外光接收量增加时导电性就会增加。当传感器板卡接近一个物体的时候，光敏晶体管会接收到从LED灯发出的反射红外光。

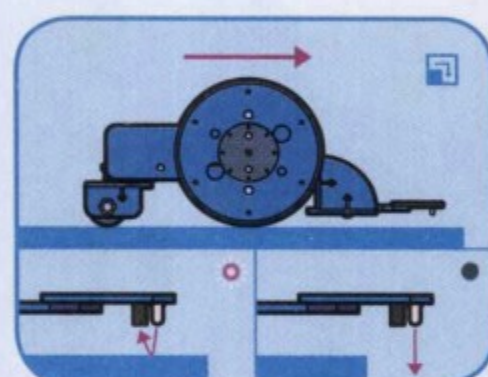
在电路板上，光敏晶体管的集电极通过上拉电阻连接到了电源VCC，也连接到了微控制器的模拟输入管脚。这样微处理器就能监控、检测到红外光水平了。以这个输入为基础，微处理器会按照预先设定好的行为控制伺服电机，比如当传感器检测到快摔下桌子的时候就让机器人往后退。

I 一小段没有加热过的热缩管将光敏晶体管和直接来自红外LED灯的红外光隔绝开来。

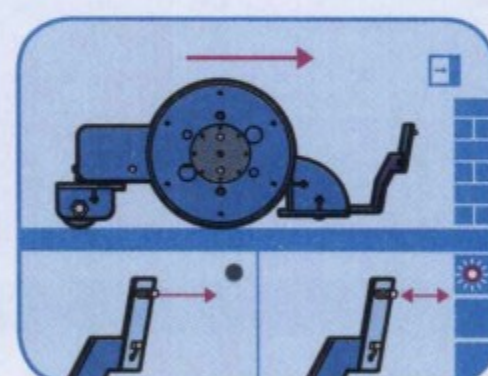
J 一个4节5号电池组成的电池组为伺服电机和控制器提供电源。



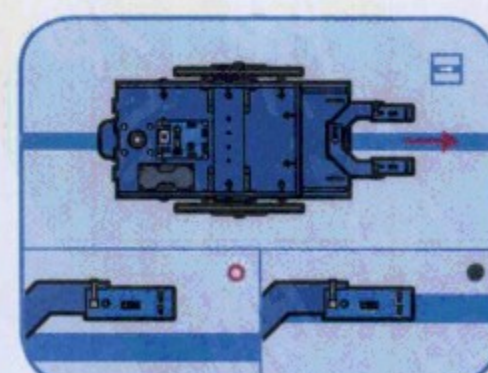
1. 在机器人开始起步之前，代码会为每个传感器校准距离桌面的距离，这个的做法是在红外LED灯打开和关闭的时候测量光敏晶体管的输出就可以了。



2. 当机器人启动之后，红外LED灯会间隔地打开与关闭，我们的程序会比较红外光反射回来的差别，并与校准的数据进行比较。如果没有收到反射回来的数据，那就危险了，机器人会发出报警。

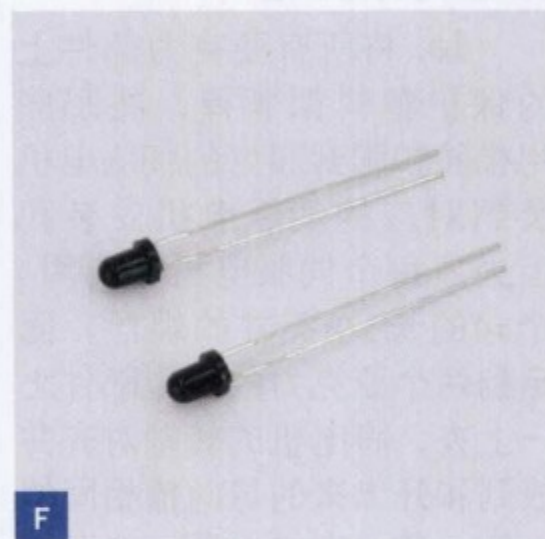
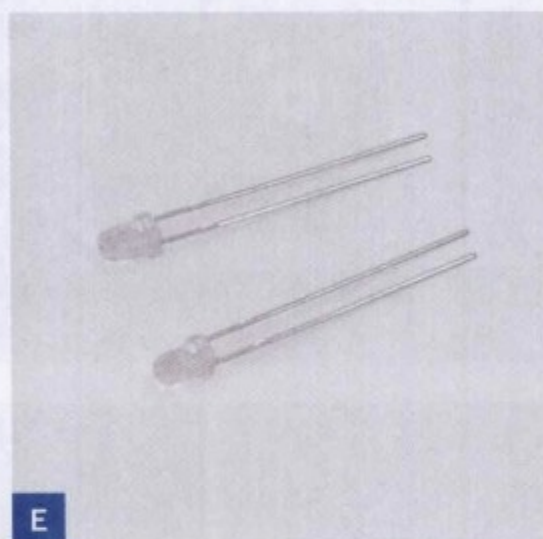
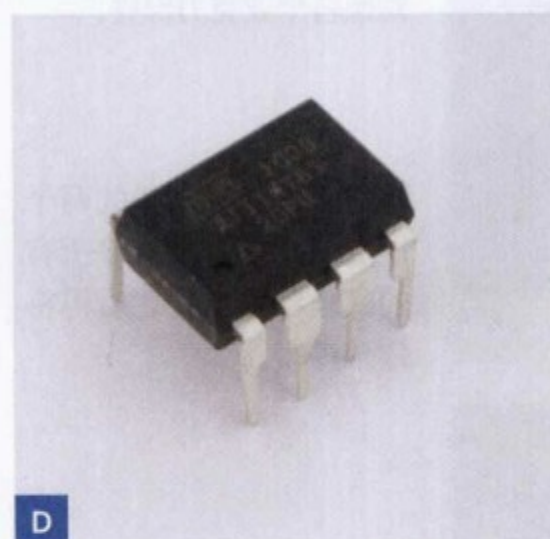
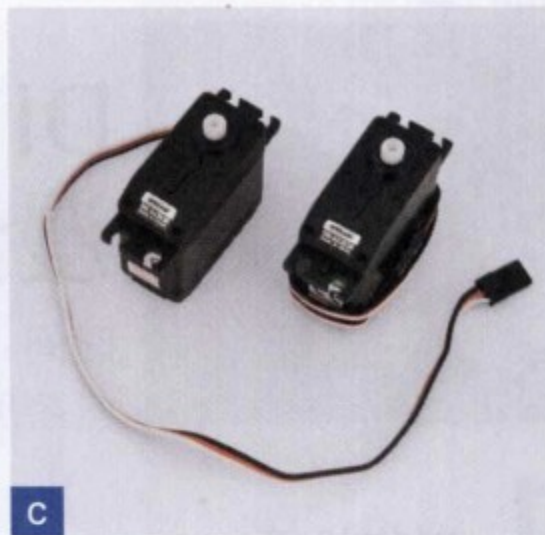
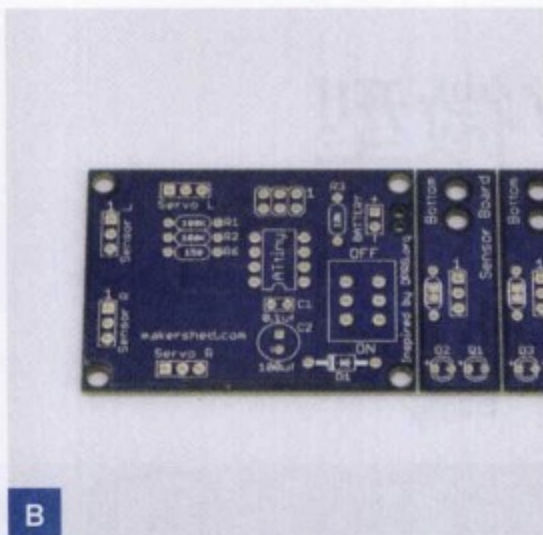
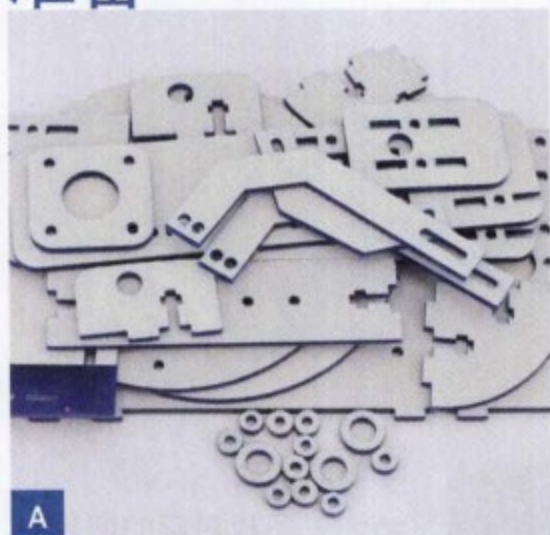


3. 让两个传感器都朝前，然后大家可以给微型漫步者机器人编程，设定为障碍规避模式。



4. 将两个传感器靠得近一些，朝下放置，这样就可以将微型漫步者机器人编程设定为沿黑线行进模式。

准备



材料

制作爱好者小站 (makershed.com) 的微型漫步者机器人套件 (货号MSTW01) 包括了所需的所有部件 (除了电池之外), 价格179美元。

A. 塑料的主体与轮子, 这些是用激光切割的亚克力材料制成的, 厚度为1/8英寸。大家可以到makeprojects.com/v/29下载SVG或者PDF的切割模板。大家也可以手工切割厚度为1/8英寸的硬木板来获取这些部件。

B. 微型漫步者机器人电路板, 对应的布线文件可以到makeprojects.com/v/29下载。大家也可以用空的面包板与排线来自己做。

C. 伺服电机, 就是那种业余的连续转动的, 要求6V供电, 并带圆的附件安装杆 (2个)。

D. 微控制器芯片, Atmel的ATtiny85, 这个的价格大约为2美元。

E. LED灯, 要求为特征波长940nm的红外灯, 灯长3mm或者5mm都可以 (2个)。

F. 光敏晶体管, 也要特征波长940nm的, 长度为3mm或者5mm的也都可以 (2个)。这个也叫做光探测器或者光传感器。RadioShack有卖配对的5mm的LED灯与传感器, 货号为#276-0142, 参见radioshack.com。

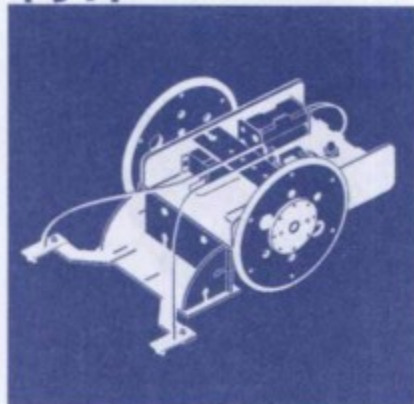
- » 二极管要1N4001或者类似的
- » 电阻: 150Ω (1个), 10kΩ (1个), 100kΩ (2个)
- » 电容: 0.1μF (1个), 100μF (1个)
- » 拨码开关
- » 双列直插的芯片座
- » 排针与排针座: 排针座要8×1的, 排针要20×1的
- » 电缆, 3芯的, 要3英尺长, 也就是伺服电机用的电缆
- » 热缩管, 1/4英寸×1英寸长
- » 轴承, 旱冰鞋的那种, 型号是608ZZ (2个)
- » 橡胶的O型环, 要22mm的, 其他的只要外径和我们的轴承匹配就行
- » 螺钉, 5/16英寸×1英寸 (2个)
- » 螺帽, 5/16英寸 (2个)
- » 机用螺丝, 型号为#4-40, 长度为3/8英寸 (18个), 长度为5/8 (22个)
- » 垫片, 型号为#4-40 (40个)
- » 塑料的纱窗条, 大小为0.175英寸×26英寸
- » 魔术贴, 要带胶面的
- » 小的扎带 (2条), 如果每次你想重新配置传感器就得再加2条
- » 电池座, 能放4节5号电池的
- » 4节5号电池

工具

- » 焊接设备与焊锡
- » 螺丝刀

- » 镊子
- » 开槽器
- » 纸和笔
- » 细砂纸
- » 手工刀
- » 量角器
- » 边角木料
- » 热风机 (可选)
- » 氰基丙烯酸酯胶, 即强力胶
- » 带电压表和欧姆表功能的万用表
- » 适合AVR微处理器的在线编程器, 我用的是AVRISP mkII, 这个直接从Atmel公司(atmel.com)购买的价格是34美元。还有一些低成本的办法, 但是那些非Atmel原厂的编程器对新的芯片的支持会比较滞后, 驱动更新也比较慢。因此最好只用从原厂购买的编程器来为芯片更新固件。如果你的编程器是一个10脚的接头, 你还需要一个10脚转6脚的AVR ISP转换头。你可以自己做一个或者买一个, 价格在5美元之内。
- » 计算机, 基于Windows系统的, 并且网络连接正常。你也可以用Linux或者Mac OS系统, 但是你就需要准备一套与我们这里描述的不同的软件了。
- » 软件: WinAVR和AVR Studio 4。前者在winavr.sourceforge.net上能下载到, 后者只要在atmel.com上搜索“AVR Studio 4”就可以找到了。

制作



DIY微型漫步者机器人

时间：一个周末

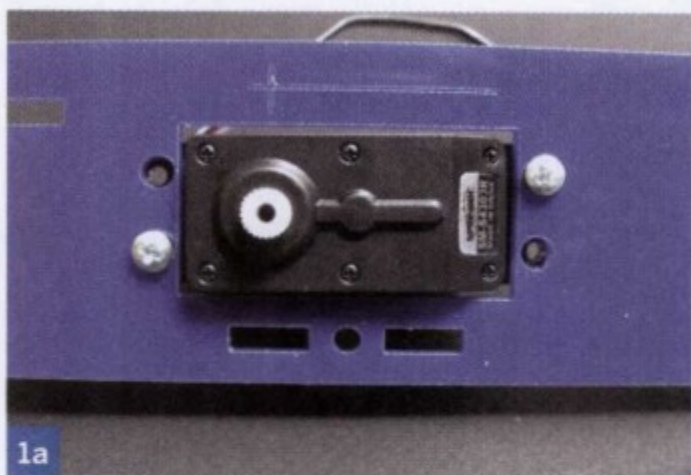
复杂度：中等

1. 制作机箱

1a. 将所有亚克力部件上的保护塑料都撕掉，将那些用橡胶扣眼封装好的伺服电机装到对应的伺服电机安装孔上去。每个伺服电机需要用4个#4的长3/8英寸的螺丝，固定到两个亚克力的侧边部件之一上去，将电机的转轴对齐并放到和开出来的导向槽相同的一侧。装上电机之后，将两个侧边件对齐好。

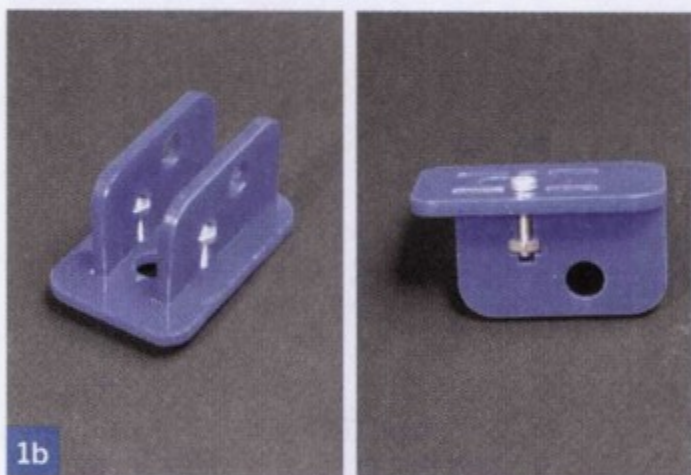
1b. 将两个亚克力的轴支架安装到大件的下面，每个支架的十字槽穿一颗螺钉，用#4螺丝穿过一个垫片，从大件的顶上安装。

1c. 将O形环装到一个旱冰鞋轴承上，这个用来作为后万向轮的轮子。将这个轮子装到两个轴支架的中间，两边各装一个大号的亚克力垫片，然后再用一个直径5/16英寸、长1英寸的螺钉和对应的螺帽进行固定。



注意：访问makeprojects.com/v/29找对应的照片来对照各个亚克力部件。

提示：先在对角的两个点上安螺丝，而且等所有的螺丝都安上去之后再将螺丝拧紧。



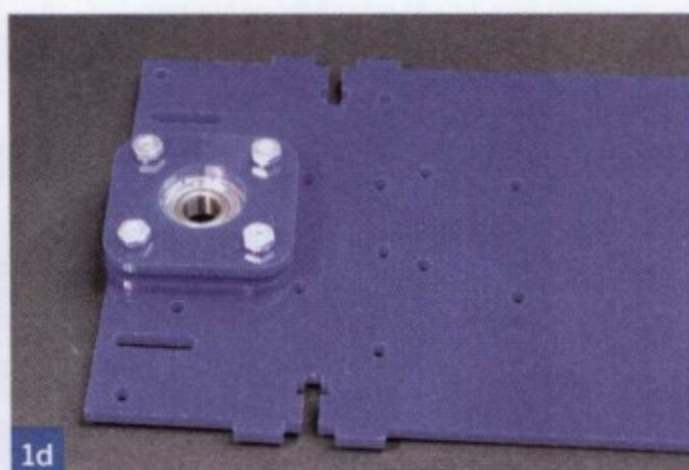
1d. 在安装万向轮时，要用4个#4的螺丝，对应穿过4个小号的金属垫片，然后再穿过大号亚克力基座上后万向轮孔位置附近的4个安装孔。将轴承支架（带大的中孔的亚克力方块）放在4个螺丝上面，将轴承放到支架里面，然后再在螺丝上放上4个小的亚克力垫圈。最后将轴承保护架（带小孔的方块）放到螺丝上，然后拧紧螺丝。

这些金属的垫片是用来提供间隙的，如果没有这些垫片，万向轮会碰到螺丝。

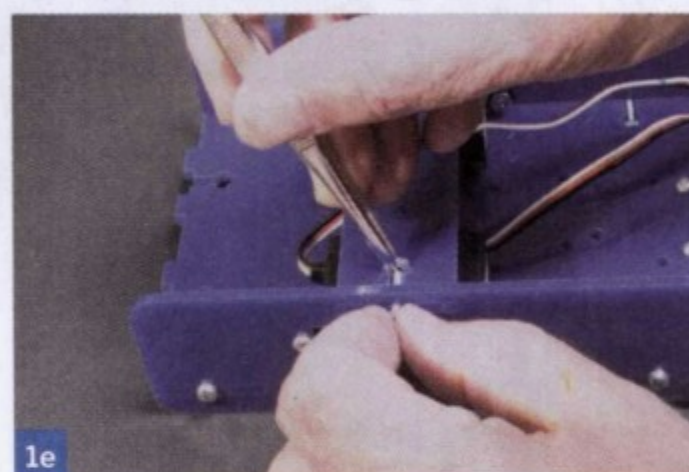
1e. 将侧边的部件装到基座的顶上，用4对螺钉螺母穿过十字开槽就可以了，这一步和步骤1b一样。另外再用两个螺钉将两个侧边部件和横杆连起来。

1f. 将传感器支架、传感器支架升降器、两个传感器支架托架，还有6个螺钉垫片组装成传感器托架。和其他的亚克力部件一样，将卡扣插到槽里面，然后通过螺丝穿过十字槽再拧起来固定。这个传感器支架将作为机器人的传感器的安装座。

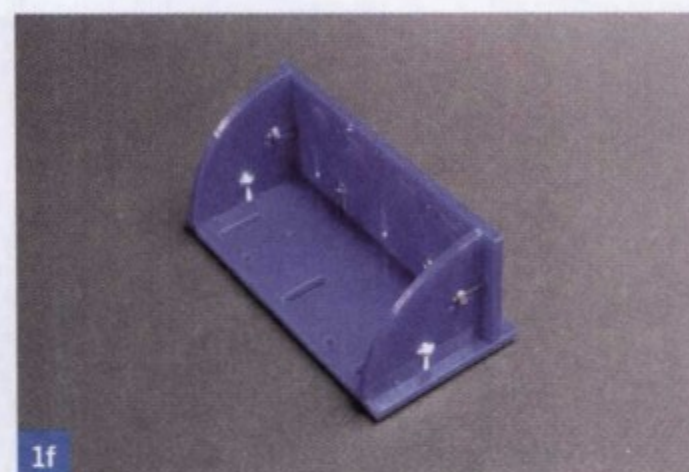
1g. 将传感器托架用两个螺丝装到机箱的前面。



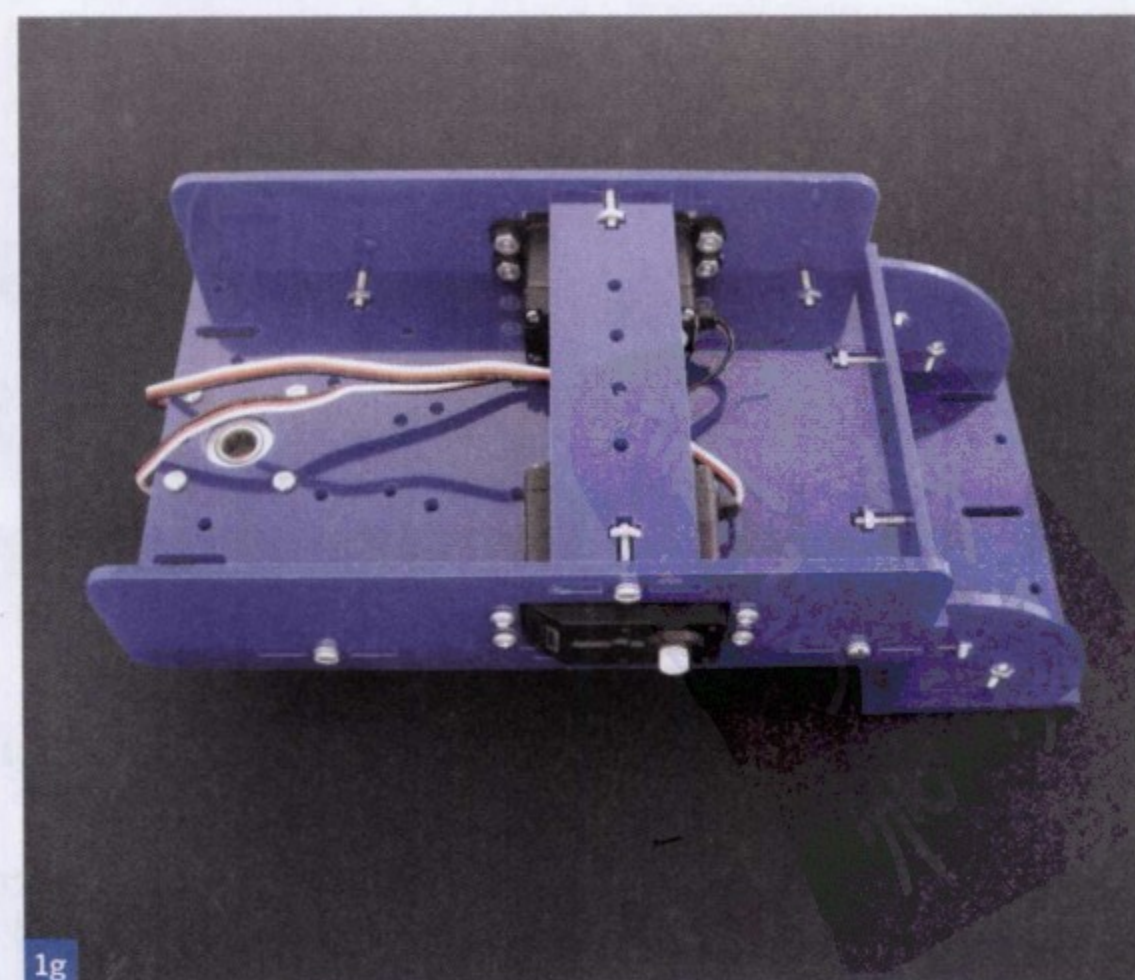
1d



1e



1f



1g

提示：刚开始装螺丝的时候，可以用镊子来捏住螺丝。

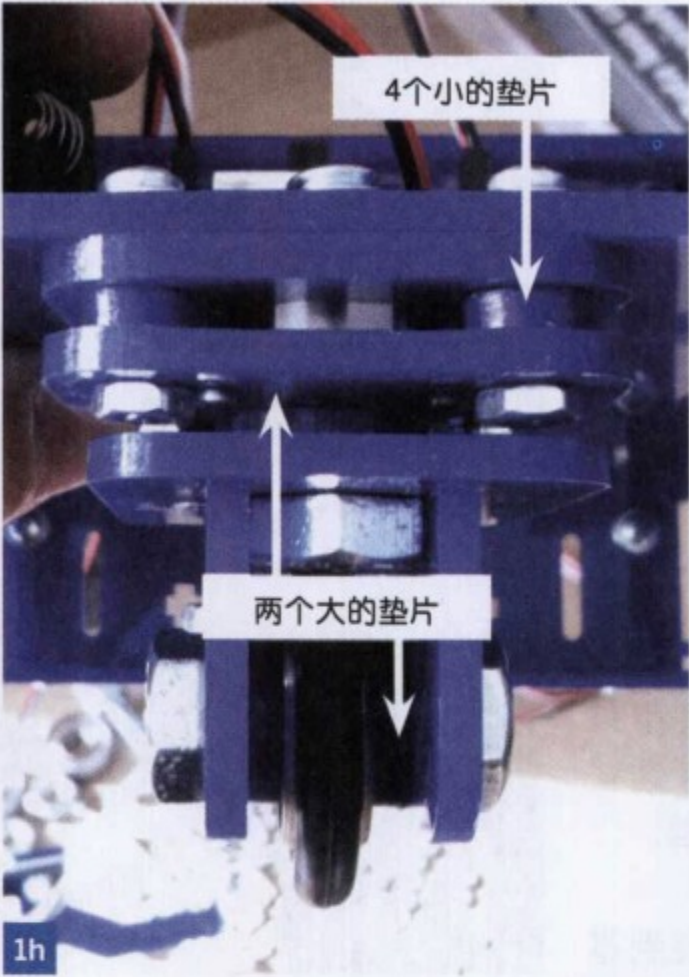
1h. 用剩下的5/16英寸的螺丝和对应的螺母将万向轮支架安装到万向轮固定点上。在转点下面和万向轮支架中间安上两个大号的亚克力垫片，这样万向轮转起来就不会碰到其他的東西了。横向轴承的内环应该被夹在拉好的螺钉头和两个亚克力垫片之间。

2. 装上轮胎与花鼓

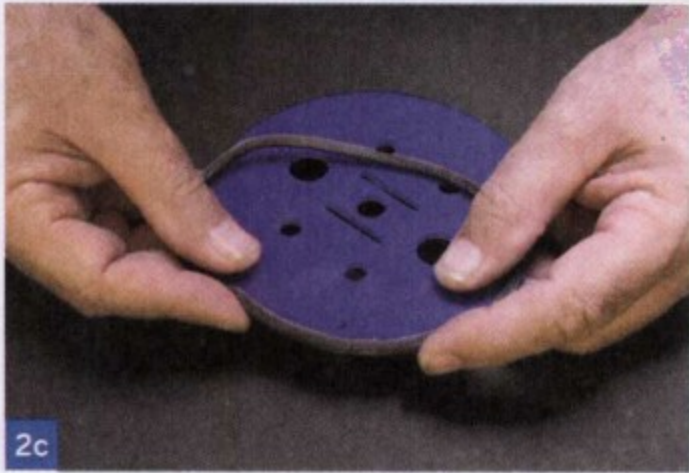
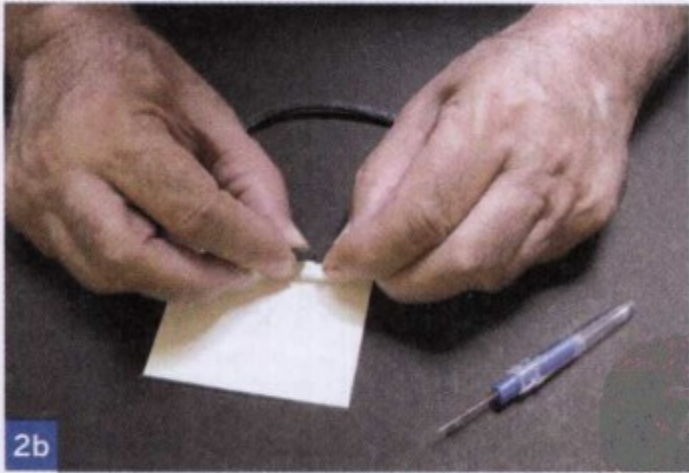
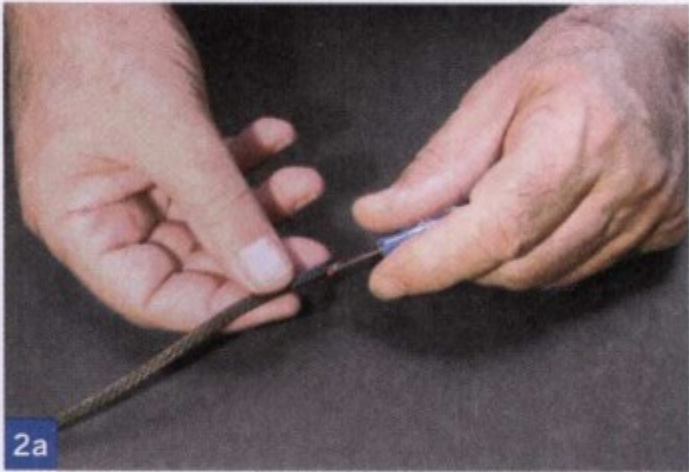
2a. 每个轮胎都需要切12³/₄英寸长的纱窗条。然后用开槽器从距离一边1/4英寸的地方开始，沿着边缘一直切下去，直到开槽器的顶端快要在另一头出来的时候停下来。

2b. 在一张厚纸板上滴一滴强力胶。将手指伸到开出的槽中确认它没有再扭起来，然后将两头对上并浸到强力胶里面，保持两端对接大概20秒，应该能保证粘上了，然后将这个轮胎放到一边放置至少15分钟。

2c. 用开槽器将连着的部分分开，保证开槽是连续的，然后从交接点开始，将轮胎装到轮子上去，安装的时候要沿着边缘一点一点装。



注意：你在制作时可能需要暂时松开螺丝，对应的万向轮那里的螺丝才能正好安装到轮子的支撑件里面。



2d. 用一支铅笔穿过轮子的中心，把轮胎在桌上滚动，将轮胎对好。然后用细砂纸轻轻地将胶粘的地方磨平。小心一点，只能磨多余的胶。



2d

2e. 每个伺服电机的圆形转盘对着轮子的中心装上去，将转盘的中轴穿到轮子里面。旋转这个转盘，直到能透过车轮的开槽看见4个注塑模具标记中的两个。用一支尖的铅笔穿过这两个开槽做好标记，然后在转盘上钻两个7/64英寸的孔，位置就在模具标记点和刚才画的线交会的地方。

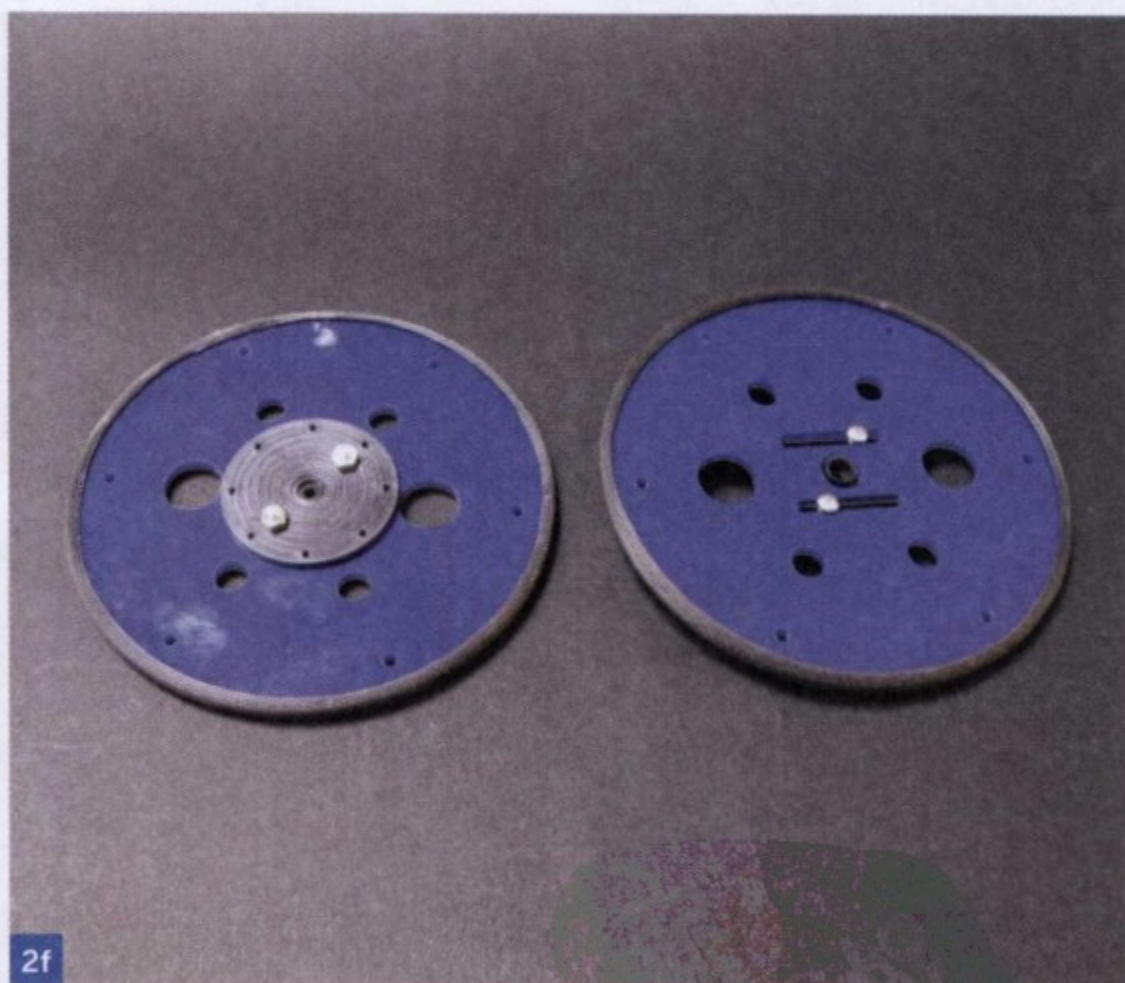


2e



2e

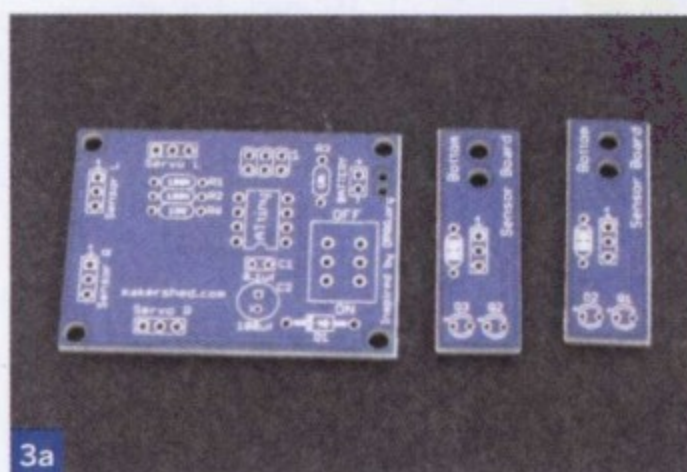
2f. 用两个#4螺丝将转盘装到轮子上去，然后用伺服电机上带着的小螺丝将轮子装到伺服电机的轴上。



2f

3. 组装控制器

3a. 将电路板分成3块板卡——控制板和两个传感器板卡，然后沿着画的线切开。大家可能还需要用手工刀再把这个线深划，然后才能分得开。



3a



3b

3b. 将8脚的单排座切成两个3脚的头子，只需将第4个和第5个脚切开就行了，然后将切开的边缘打磨光滑。

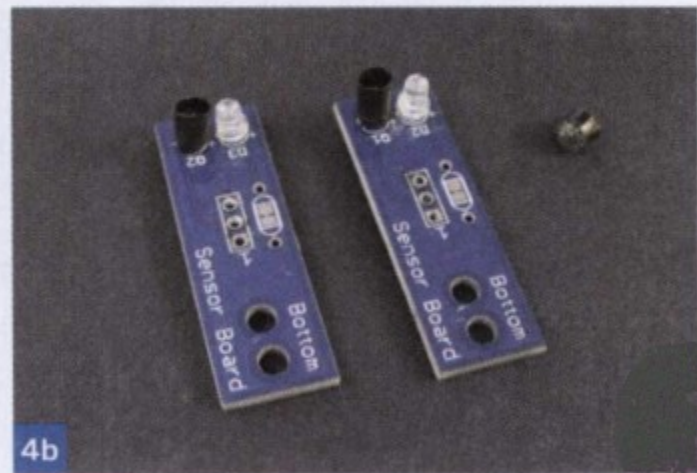
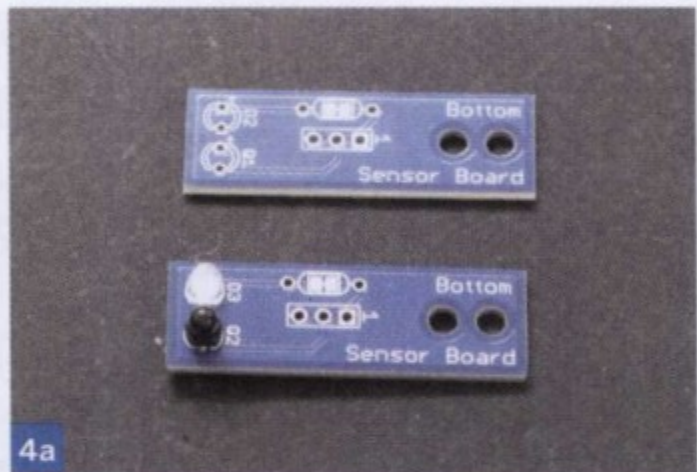
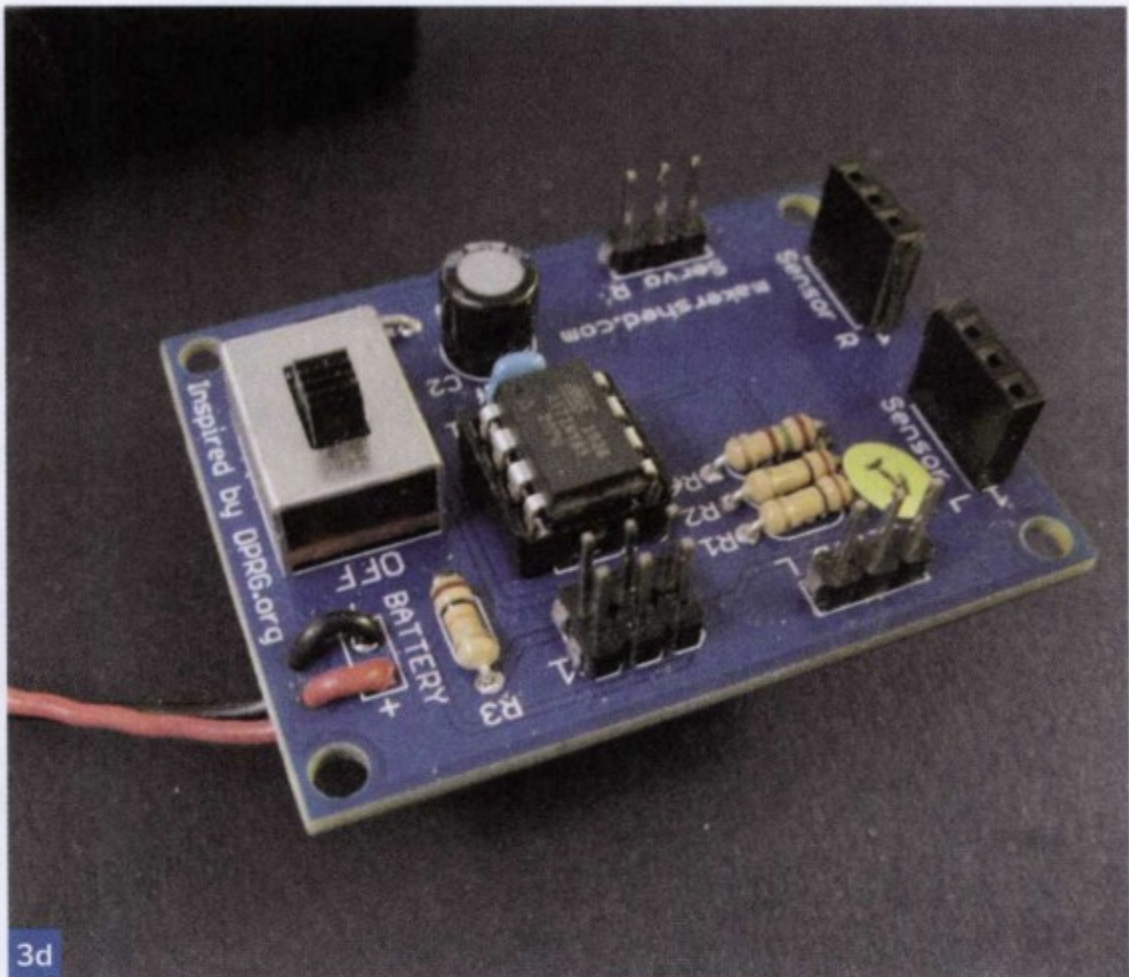
3c. 按照标记将板子上装上各个元器件，先装最矮的（电阻和二极管），最后装最高的。将电池座的引线穿过防折弯的电缆接头再接上去。确认大电容的正负极没有问题，靠近带负号的竖条的那一个脚是负极，另一个脚是正极。单排座要连接到标着右传感器和左传感器的地方，这个时候还不要将芯片放到芯片座上。

3d. 依据makeprojects.com/v/29上的布线图，用万用表来测试所有的连接是否正常。如果一切都没有问题，就将芯片插入到位，1号脚靠近开关，芯片上的开口靠近电容C1。

4. 组装传感器板

4a. 在每个传感器板卡上插入一个光敏晶体管和一个LED灯，将LED灯沿着板子上的标记摆放（LED灯的阴极或者三极管的集电极）。“D”这个标记就是LED灯的位置，而Q则是光敏晶体管的位置。

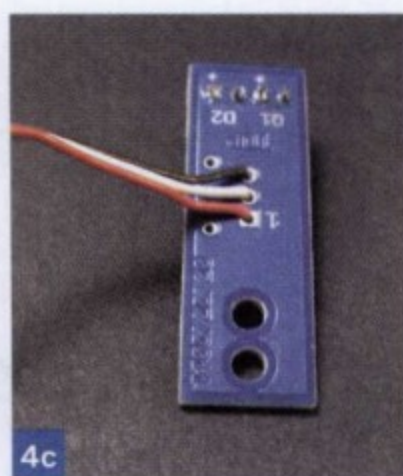
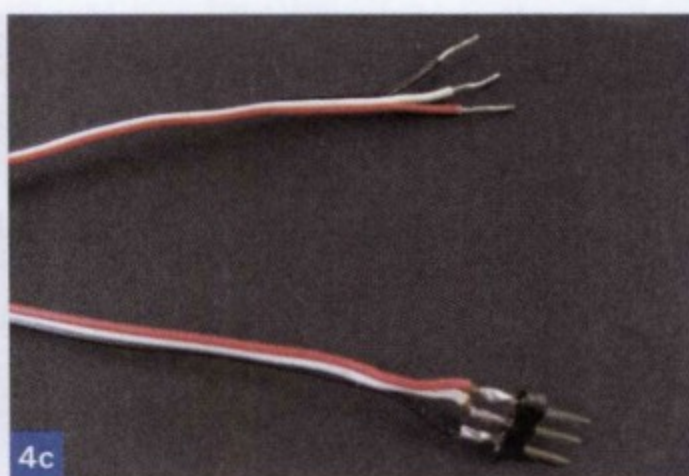
4b. 在光敏晶体管上面套一个1英寸长的热缩管，下边沿正好碰到板子，然后沿着上边的塑料棱镜切掉。同样在另一个光敏晶体管上也装上一个热缩管并裁剪好。现在不要加热热缩管。



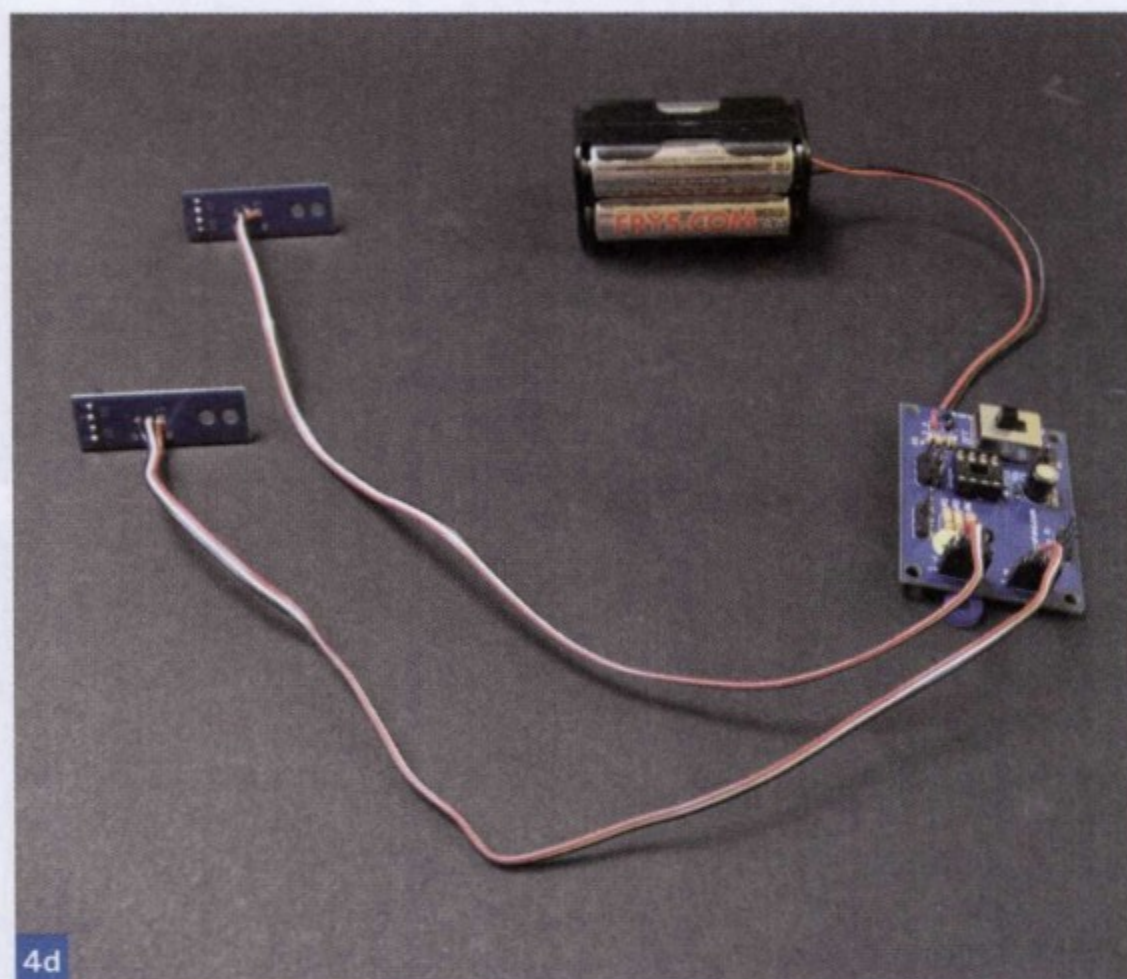
提示：完成板子上的工作之后，按照步骤3d重新确认一下再插入芯片。确认通断之前先将所有的伺服电机和传感器都断开，并将电源关掉。

注意：布线表列举了板子上所有的连接点，这些点应当是直通的或者有对应的阻值。

4c. 将3芯的电缆剪成两段，然后把这两段都剥线上锡。将每根线的一头焊接到3脚的排针上，另一头焊接到传感器板子上，红线连接到标记“1”的地方。



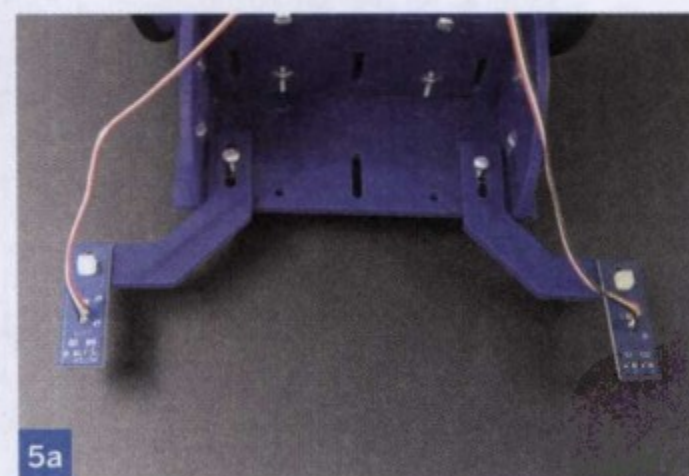
4d. 将电缆插到控制板的排针座上，红色的线对着标记“1”的一边。



5. 制作传感器臂

两组微型漫步者机器人的传感器臂的行为控制程序是不一样的：检测悬崖（这是在空旷的桌面上走的）和规避障碍。makeprojects.com/v/29有第三种传感器臂的设计，是用来走预定线路的。

5a. 在配置悬崖探测时，用扎带将传感器板绑到两组亚克力传感器支撑中较短的支撑上，然后将传感器臂安到传感器托架上，光敏晶体管和LED灯都朝下。



5b. 对于规避障碍的传感器臂，先用废木料切出一个100°的弯折模板，在较长的亚克力传感器支撑上距离远端13/4英寸的地方做好标记，然后用热风枪加热或者将烙铁头靠近（不接触），然后将其靠着弯折模板折起来。



提示：你在弯折第二个传感器臂的时候，要记住这个应该是第一个的镜像。



将传感器板卡用扎带固

定到障碍规避的纸币上，然后再用螺钉将支臂固定到传感器托架上。角度稍向内，防止在中间出现盲点。

6. 对ATtiny85芯片进行编程

按照makeprojects.com/v/29上的操作指南来对ATtiny85进行编程，这样机器人就能拥有预设的行为了。

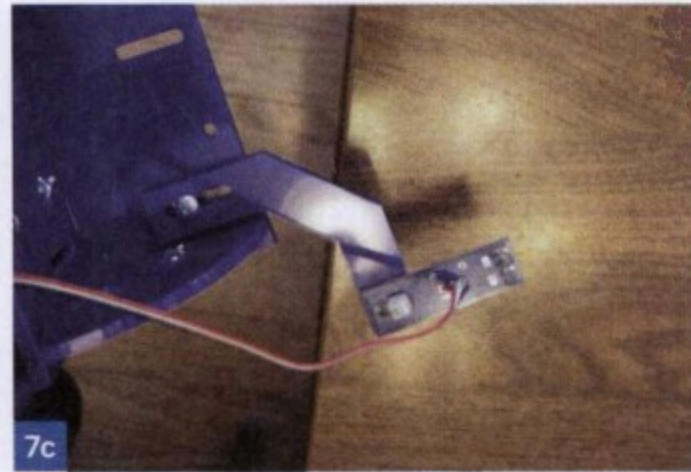
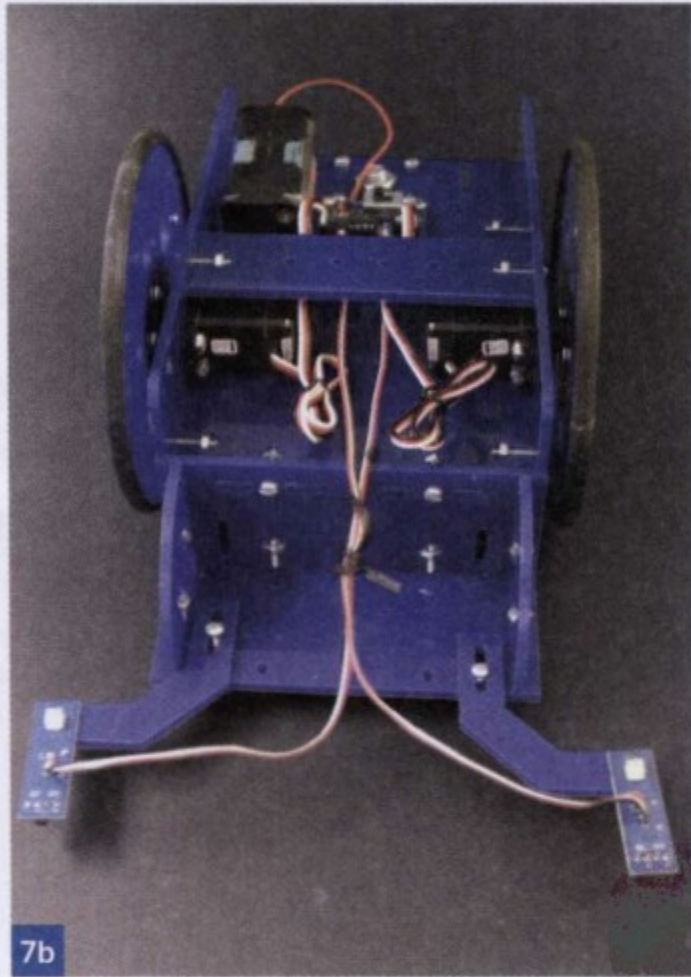
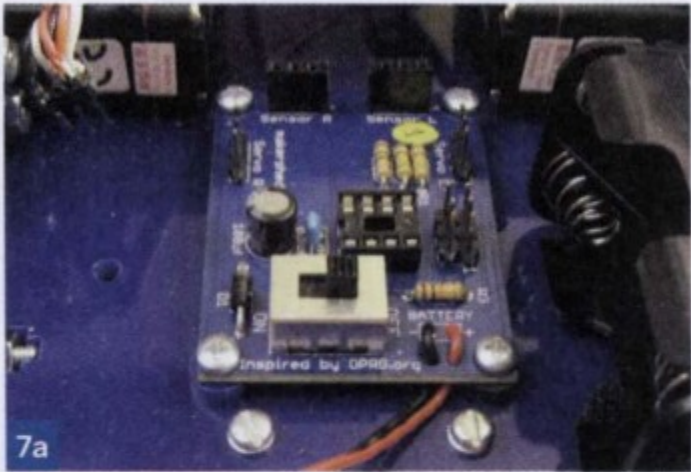
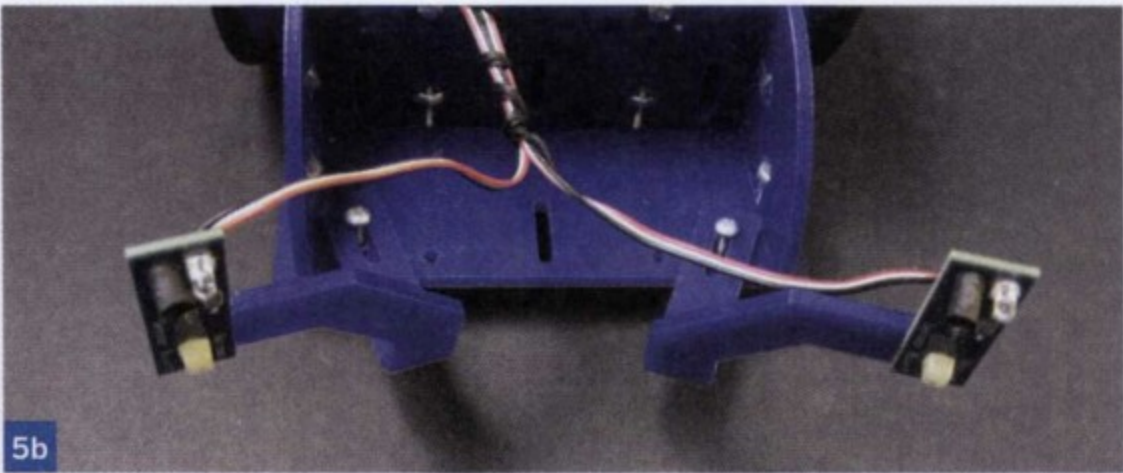
7. 完工

7a. 用螺钉将控制器装到机箱上，电池线缆朝后，用小的亚克力垫片作为板子下面的支脚。再用魔术贴将电池盒和基座的后部绑起来。

7b. 将伺服电机插到板子上，如果你自己购买伺服电机，可能还要根据伺服电机的不同而改动头文件中的设定。

7c. 测试的时候，将两个传感器都拿到桌子上空，然后分别移动一个传感器越过桌子边缘。两个传感器都在桌上上空的时候，轮子应该是往前走的；如果有一个传感器超出边缘，就应该以不同的速度往后走了。

校准伺服电机的时候，将机器人拿到半空，然后调节变阻器直至轮子能安稳地待着。然后关掉电源几分钟，等待大电容放电完毕。现在你的微型漫步者机器人就可以开动了。

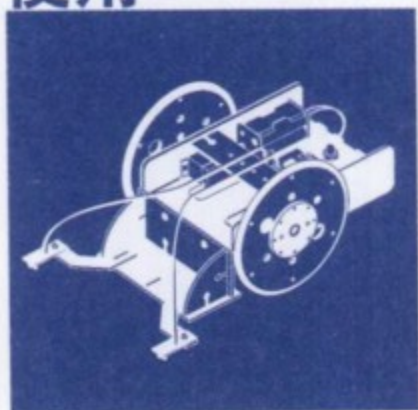


注意：板子上的左和右是站在机器人前面向机器人看的方向，而不是机器人本身的左和右。

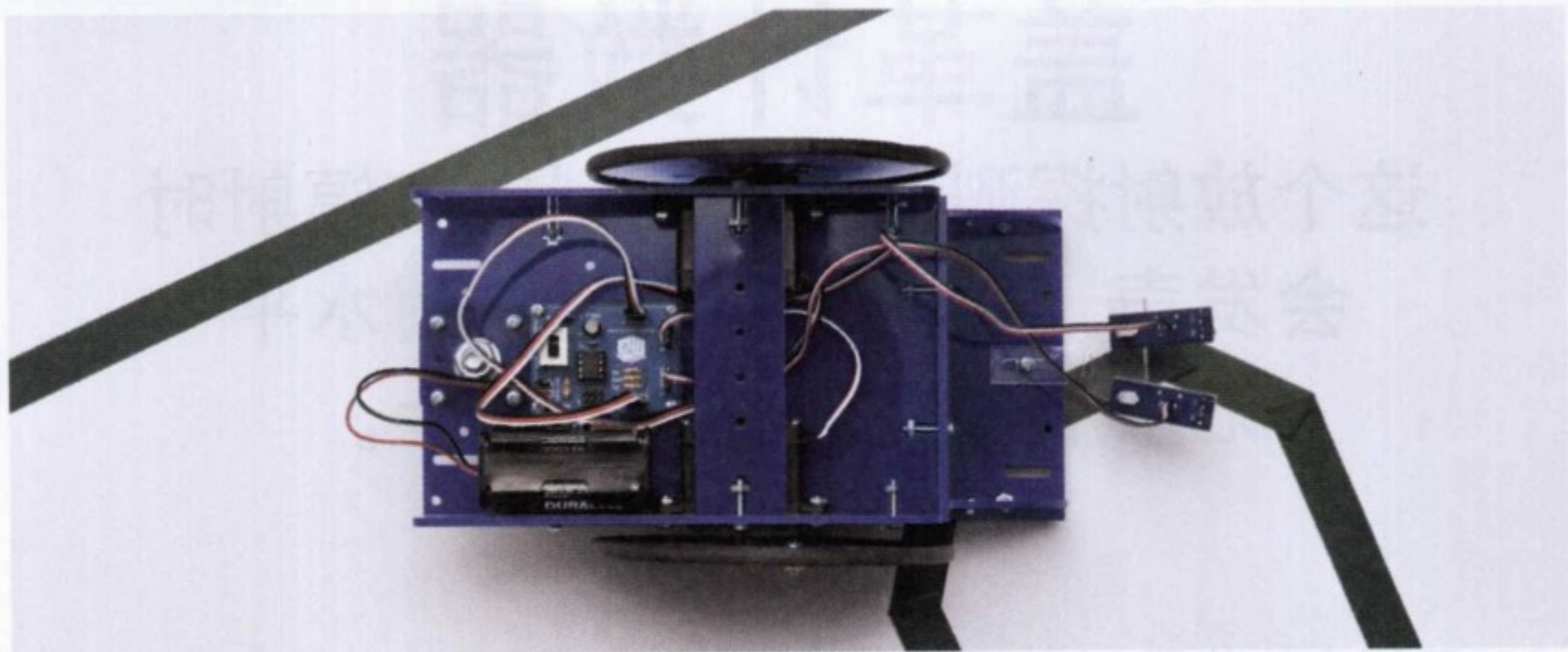
提示：伺服电机的电线也可以用扎带来整理。
如果伺服电机慢慢地转，一直滚下桌子，可以调节变阻器直到电机停转。
电机调节完毕之后，将电源关掉几秒，等待大电容放电完毕，然后再在桌面上重新启动这个机器人。

测试工装制作人：艾瑞克·楚，来自《爱上制作》英文版实验室。

摄影：格雷戈里·海耶斯 (7c)



蓝色旅人



备用方案

由于微型漫步者机器人没有装后面的传感器，因此倒着走还是可能摔下去的。达拉斯个人机器人俱乐部目前正在研究这个课题。你下载的代码中，机器人检测到一个边缘就会倒退，持续1秒（90°方向），然后会继续往前走。如果两个传感器同时检测到了悬崖（非常少见），机器人就会直着往后退。轮子的速度和退后时间都可以在代码里面的头文件中设置。

大家还可以将一个传感器移动到另一个传感器头上一点，来改变机器人的行为。检测到一个悬崖的时候，机器人会朝着前面的传感器的方向稍转动，然后后面的传感器发现悬崖，就会剧烈转动。这样，机器人就会完成一个多点的转动，形成沿着悬崖转动的路径。

还有一个方法是将悬崖边的轮子完全停止，而将另一个轮子直到两个传感器都发现了悬崖为止——然后后退并旋转180°。

改变传感器与升级到Arduino

大家可以将微型漫步者机器人的传感器改成面向前方，这样就是障碍规避模式；或者是

相互靠近，这样就是预定线路模式。这些模式的相关代码可以到makeprojects.com/v/29下载。

我们将这个微型漫步者机器人设计成了一个可以改动的平台。一个可能的改动就是在轮子里加上纸质的编码盘（带黑白纹路的），然后用红外传感器将伺服电机的速度进行追踪，并进行航位推算。当然，大家也可以用其他不同种类的传感器，比如，光传感器、声传感器或者距离传感器。

要想有大的能力提升，我们在这个微型漫步者机器人的甲板上已经布置了可以装一个标准的Arduino板卡的安装孔，这样输入输出口就足够多了，以上的各个模式都可以支持——更不用说还可以加入更多的功能。（我期待着很多Arduino玩家能对我这个微型漫步者机器人感兴趣，将其作为一个Arduino规模的平台，不再受ATtiny控制器的限制）。

如果你来达拉斯，我们的达拉斯个人机器人俱乐部的活动时间是每周二晚上和每个月第二周的周六，欢迎来参观。■



盖革计数器

这个放射探测器在探测到电离辐射时会发声、发光，还能将辐射水平记录下来并上传到网络上。

约翰·拉维因

我所在的公司——Images科学仪器公司设计、制作并销售盖革计数器已经有15年了。这些都是一些很简单的设备，盖革米勒管只要加上足够的高压就能用了，每个人都能设计一个可用的盖革计数器，但是要制作一个可靠的、能长时间工作的盖革计数器就很困难了，毕竟这些电子元器件很容易受损。

2011年我正在重新设计我的基础盖革计数器电路，这时候日本发生了地震，接着是海啸还有核危机。我们的产品立刻卖到脱销，而且由于订单太多了，我只好暂时停止了这个改进版的设计。现在我终于完成了这个设计，也就是我接下来要为大家介绍的制作项目。

这个计数器经过一些简单的配置就可以接各种盖革米勒管。这个设计会在检测到某个射线的时候发出声响并点亮LED灯，还可以接到模拟或者数字的放射测量仪上，也可以接在计算机上进行绘图，甚至是接一个SD卡

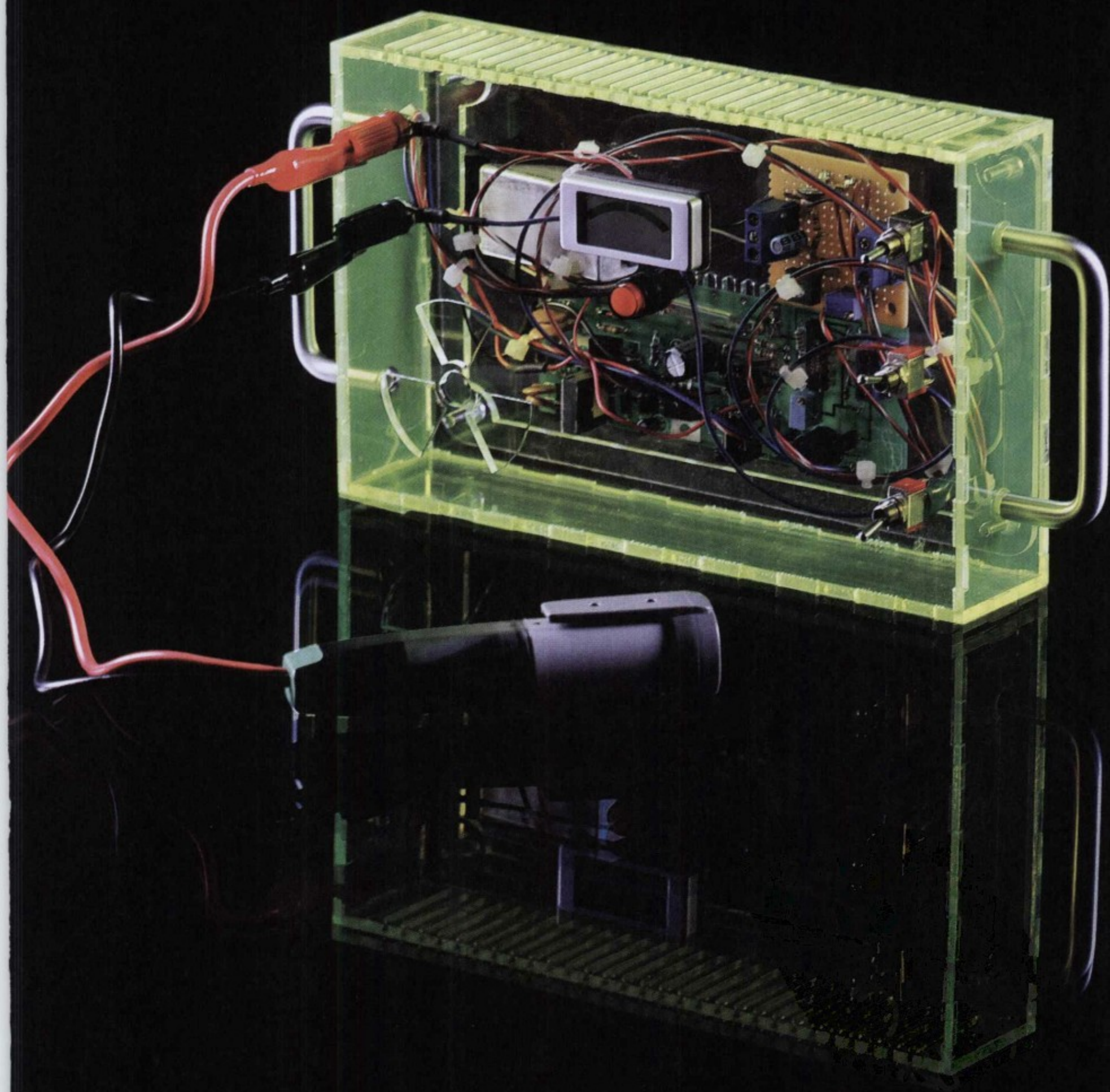
不用计算机就可以进行数据记录，同时可以作为一个真随机数的发生器种子。这个计数器的输出和辐射监控网 (radiationnetwork.com) 的格式是兼容的，因此你可以跟全世界共享你的数据。

约翰·拉维因是一位电子科技产品制作者，同时也是一位作家。他掌管并经营着Images科学仪器公司。他住在美国纽约的史坦顿岛，家庭成员包括妻子、两个孩子，还有他们的狗狗黔西和猫咪斯奎克斯。

准备：第87页

制作：第88页

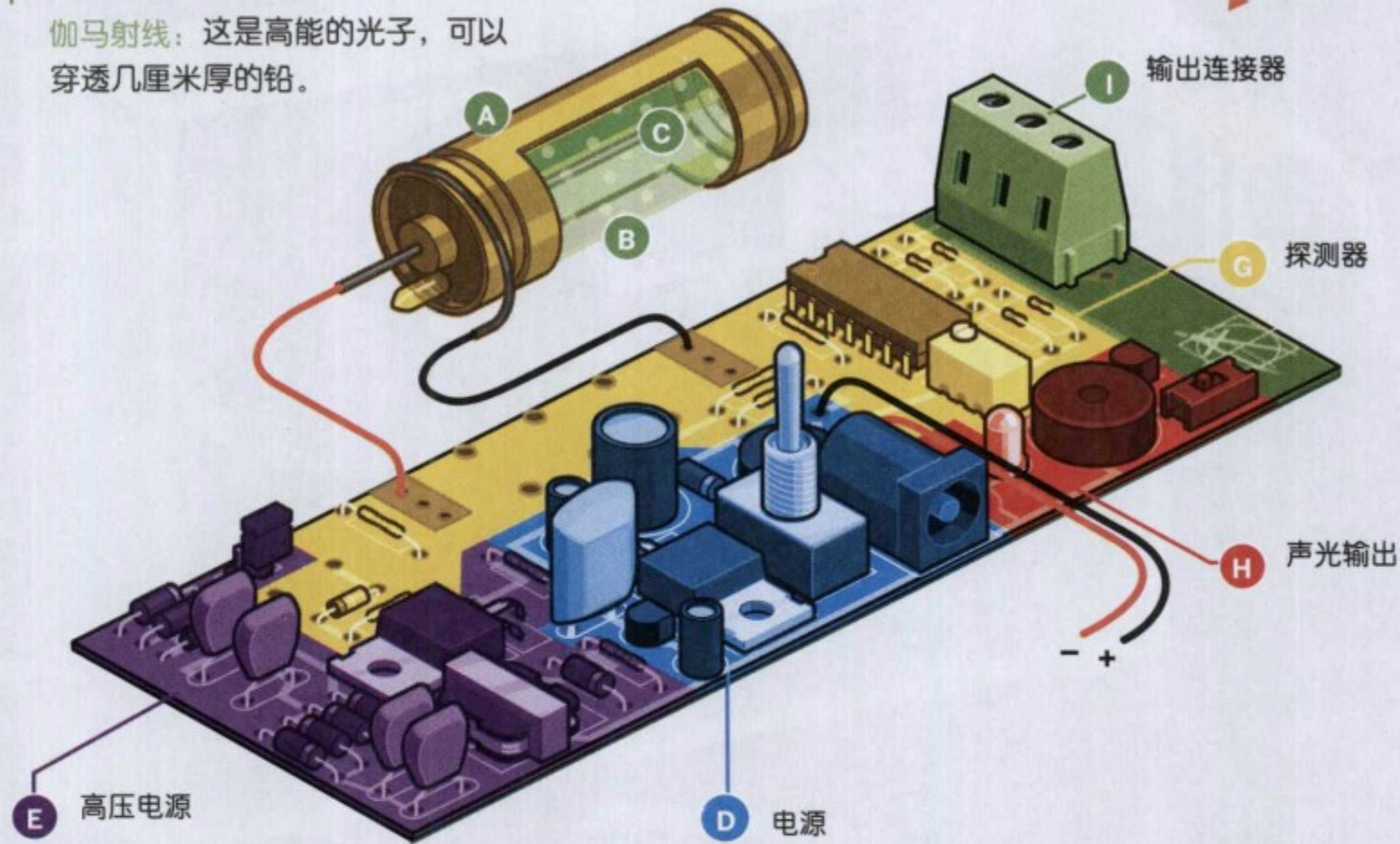
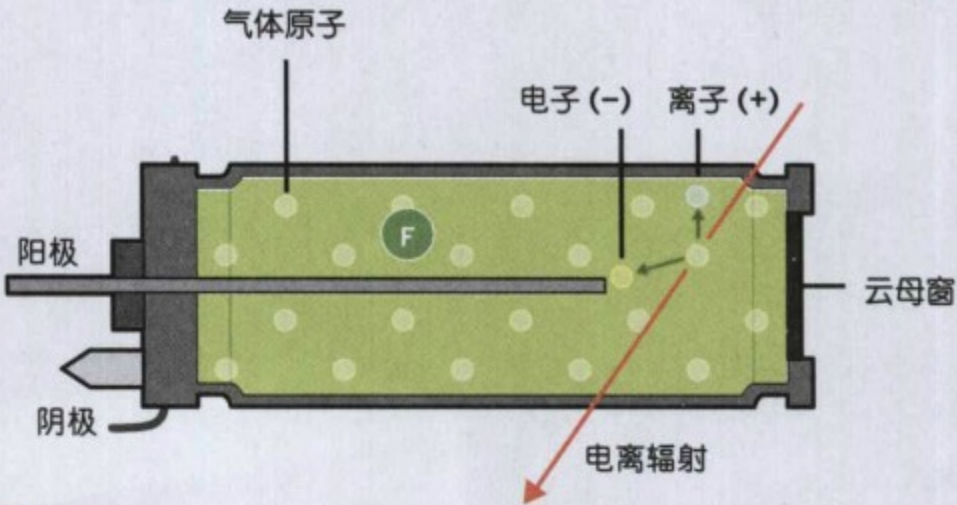
使用：第94页



寻找痕迹

放射是不稳定的原子在衰变时形成的。盖革米勒管能探测3种辐射类型：

- α 阿尔法射线：自由的氦原子核，可以穿透几张纸。
- β 贝塔射线：自由的电子或者质子，可以穿透3mm厚的铝。
- γ 伽马射线：这是高能的光子，可以穿透几厘米厚的铅。



- A** 盖革米勒管的外壳是由薄金属或者是铺了导电层的玻璃制的圆柱形。在用薄金属的情况下，管子一端是云母（而不是金属），这样使阿尔法粒子可以通过。
- B** 这些管子都是密封的，里面装满了卤素气体和惰性气体。
- C** 管子中间穿过了一个电极。
- D** 电源供应模块从9V的电池或者12V的直流电源输入获取电源。
- E** 高压电源模块用升压变压器和晶体管的反馈组成了一个振荡-阻塞变换器，将变压器初级线圈中的6V、14.1kHz的振荡电压转换为次级线圈中的325V电压。再由增压器将这个电压增加到大约600V直流电。电路中用了3个稳压管，能让我们将输出电压配置成300V~600V

的直流电，使其尽量匹配后面使用的盖革米勒管。

F 高压夹在盖革米勒管的管壁和电极之间，这就使得它们分别成为了阴极和阳极。在通常情况下，阴极和阳极之间的阻抗非常大。

当有一个放射性粒子穿过盖革米勒管的时候，路径上的气体分子被电离，这个时候气体中就暂时形成了导电通路（就像云室中的蒸汽轨迹）。这个时候管子的阻抗就会突然降低，形成一个短暂的脉冲。

G 在检测器电路中，盖革米勒管的阴极将这个短暂的脉冲导入一个比较器，和一个通过可调电阻调节的基准电压进行比较。这个比较器当盖革米勒管的输出高于基准电压的时候输出1，当低于基准电压的时候输出0，它输出的同时

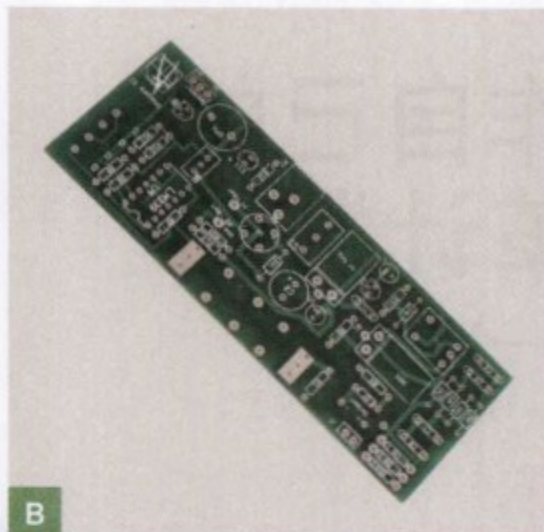
会将脉冲清空。第一个比较器将它的输出同时输入到同一个四比较器芯片的其他3个比较器，作为缓冲。

H 下游的一个比较器输入到三极管的基极，这个三极管将给声光输出提供电源——一个LED灯和一个声音输出，当设备每次检测到一个放射粒子的时候就会开通。

I 另外两个比较器则连接到输出连接器，用来和其他的设备连接。

设备每次检测到一个放射粒子，高压电路都需要一定的时间来给盖革米勒管充电，在这段无响应时间内（不同的盖革米勒管的无响应时间是不一样的，LND712的无响应时间为90 μ s），这个设备是无法再次检测的。

准备



材料

大家可以买一个制作爱好者小站的套件 (MKIS1)，里面有一个GMT-01米勒管、一个电路板还有全部的电子元器件（还缺少电压表、数据记录卡以及电池），参见makershed.com，价格为170美元。

A. 盖革米勒管，我推荐GMT-01（价格为100美元），或者GMT-02（价格为75美元），抑或GMT-06（价格为50美元），这些在我的Images科学仪器公司都能买到 (imagesco.com)。GMT-01是美国制造的LND 712米勒管，能够探测所有的3种辐射类型。

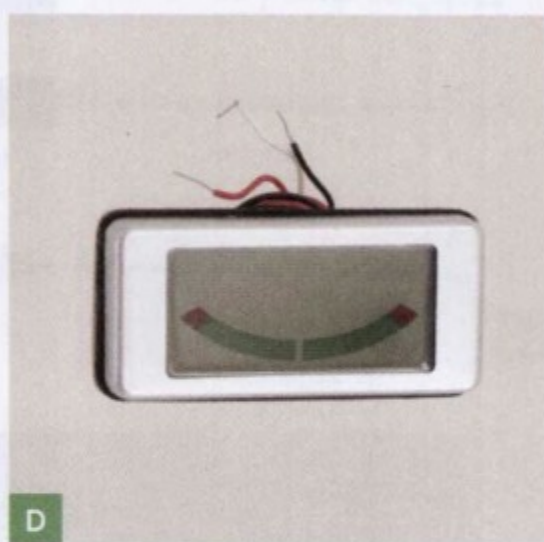
B. 盖革计数器电路板，这个在Images科学仪器公司的货号是#PCB-52。大家也可以在一个空白的面包板上插线完成电路。

C. 数据记录卡（可选）比如Lascar电子的EL-USB-5，Jameco (jameco.com)的货号为#2127048，价格为82美元。

D. 电压表（可选，用于模拟计量表），面板安装显示屏，满量程为1V直流电。可以用Lascar电子的EMA-1710，Jameco的货号为#2095082，价格为34美元。

E. 放射源（可选），用于测试。大家可以选用铀矿石，但是更稳定的方式源是碘-137，封装有 $5\mu\text{Ci}$ 和 $10\mu\text{Ci}$ 的盘片形式。大家可以到makeprojects.com/v/29查询参考放射源。

- » 电容： $0.01\mu\text{F}$ ，耐压1kV（4个）； $0.1\mu\text{F}$ （1个）； $10\mu\text{F}$ ，耐压16V（2个）； $1000\mu\text{F}$ ，耐压16V（1个）
- » 二极管：1N4007（5个）；肖基特1N5817（1个）；稳压管，耐压100V的1N5271B和耐压200V的1N5318（总共要3个，参见步骤1a）；稳压管，耐压5.1V的（1个）
- » LED灯
- » 电源插头：3.5mm的直流插头，PJ108
- » 三极管，NPN型：2N3904（1个），TIP3055（1个）
- » 电阻，功率为1/4W： 75Ω （1个）， 100Ω （1个）， $10\text{k}\Omega$ （5个）， $100\text{k}\Omega$



- （1个）， $1\text{M}\Omega$ （2个）， $18\text{M}\Omega$ （1个）
- » 电阻，功率为1/4W： $470\text{k}\Omega$ ， $10\text{M}\Omega$ 或者其他的阻值的，根据具体选用的米勒管进行选择，参见步骤1c。
- » 变阻器，总阻值 $1\text{M}\Omega$
- » 开关：单刀双掷的按键开关（1个），单刀双掷的拨码开关（1个）
- » 变压器：小型的升压变压器，比如Images科学仪器公司的#HVT-03
- » 整流器：1.5A的桥型整流器，如W01M，耐压100V
- » 电源稳压芯片：TO92封装的LE33（1个），TO220封装的MIC29405（1个）
- » 压电蜂鸣器
- » 四通道的比较器芯片，LM339，DIP14封装
- » 端接模块，三端子或者四端子的螺纹连接
- » 绝缘线，要22号的多芯线，要红色和黑色的。
- » 电池，9V
- » 9V电池用的电池夹
- » 细的金属丝网，用于保护盖革米勒管的云母窗

以下用于数据存储器：

- » 9V电池
- » 基于Windows系统的计算机
- » 可以画图的软件，比如微软的Excel

以下用于模拟计量表，校准以及外壳：

- » 变阻器，总阻值为 $47\text{k}\Omega$ （1个），



总阻值为 $100\text{k}\Omega$ （1个），总阻值为 $500\text{k}\Omega$ （1个）。

- » 二极管，1N914
- » 电容， $1\mu\text{F}$
- » 电阻： 100Ω （1个）， $390\text{k}\Omega$ （1个）
- » 开关：单刀双掷的按键开关（2个），单刀单掷的按键开关（2个）
- » 小的面包板，我用的是无焊锡面包板的一半，Radioshack的货号为#276-170，网址为radioshack.com
- » 尺子
- » 小的工程盒，塑料的或者其他的非金属外壳也可以，我的那个大小为5.6英寸×3.2英寸×1.5英寸。大家可以到makeprojects.com/v/29的第101页下载激光切割盒子的模板。
- » 机用螺丝，小号的就可以，再加匹配的垫圈和螺母
- » 高速旋转工具，比如Dremel的就行，这是用来在塑料盒子上钻孔的

以下用于数字计量表适配器：

- » 数字计量表适配器（DMAD），Images科学仪器公司的#DMAD-3，套件价为60美元，组装好的价格为90美元。

工具

- » 焊接设备
- » 万用表
- » 辐射防护网络软件以及电缆（可选），这些在radiationnetwork.com可以购买，价格为79美元

制作



制作自己的盖革计数器

时间：一个周末
复杂度：中等

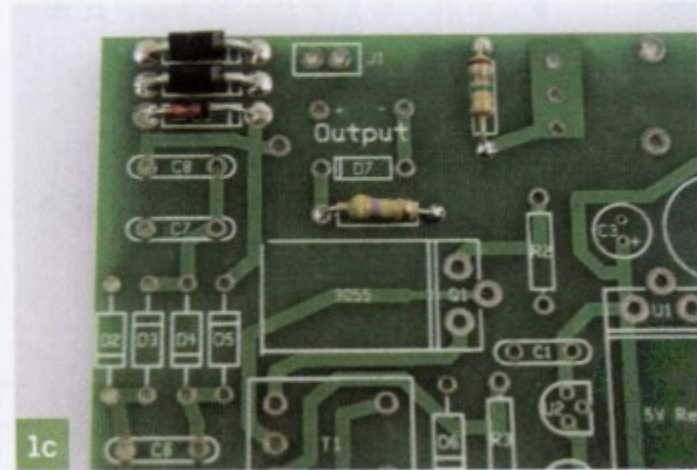
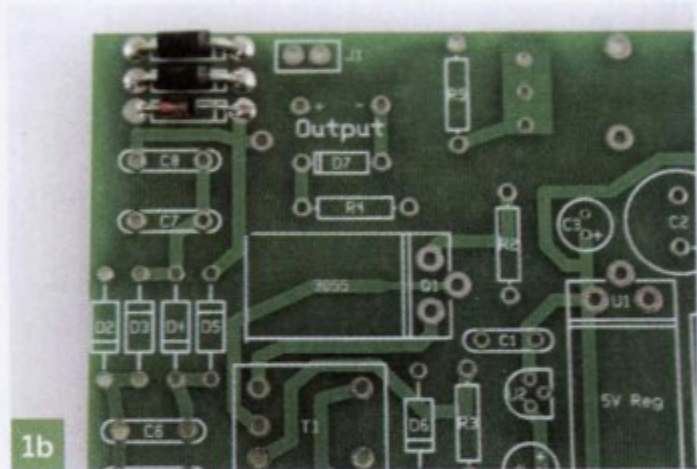
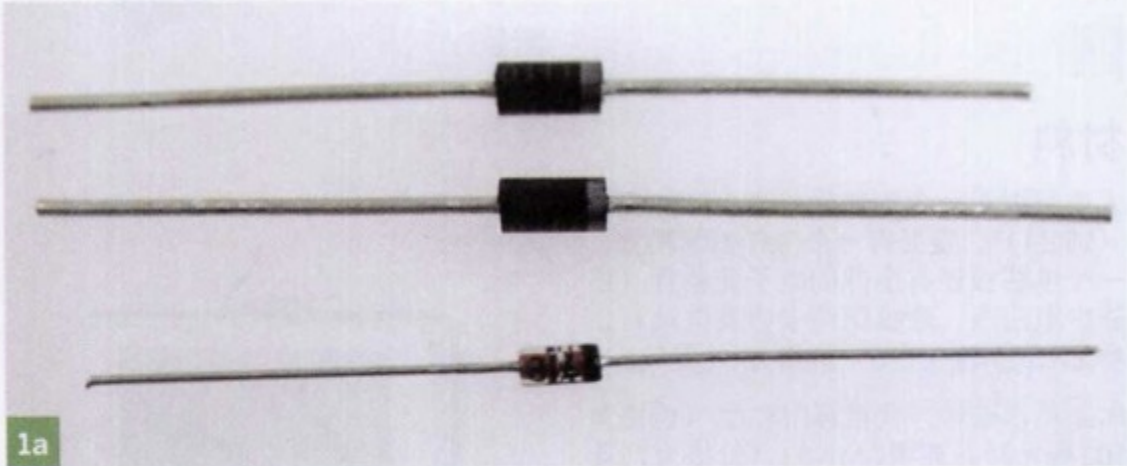
1. 组装电路板

1a. 从你的盖革米勒管的数据手册中找到它所需要的电压值，这个应当是300V~600V的一个整百的值。然后用100V和200V的电压加和得到这个结果，比如说用两个200V的稳压管和一个100V的稳压管加起来，用于500V电压的盖革米勒管。

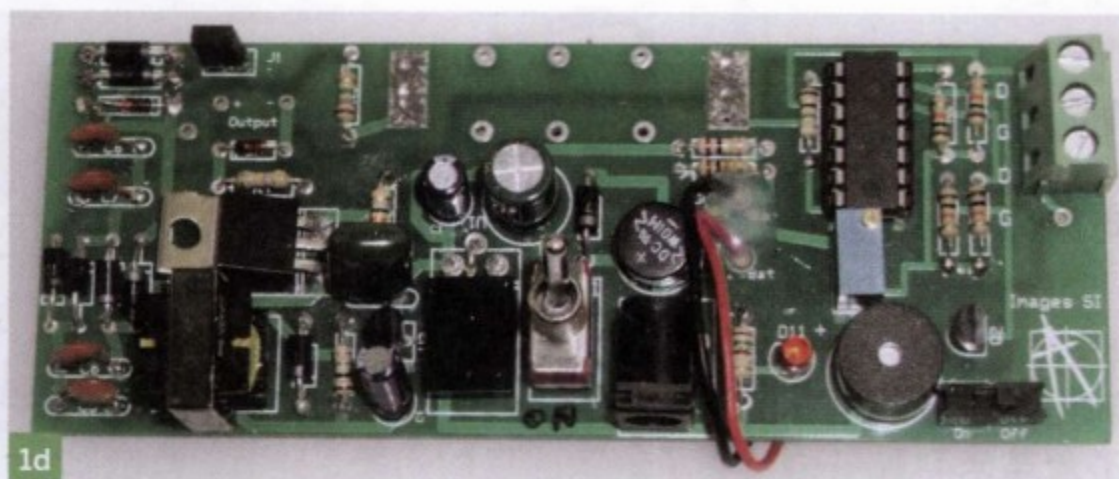
1b. 注意二极管的阴阳极，将这些稳压管焊接到D8~D10的位置，如果用到D8，在D8的位置上放一个100V的稳压器。旁边还有个跳线，可以将D8短路，这样就可以很快地将电压往下调100V。

1c. 参考你所选的盖革米勒管的数据手册，选择阳极和阴级的电阻R4、R5。

我的这些管子里面，推荐的阳极电阻阻值范围为2.2MΩ到10MΩ。步骤2a中LND 712管子的阳极需要配10MΩ的电阻，而阴极需要配470kΩ的电阻。将电阻R5和R4对应位置焊接到电路板上。



1d. 根据电路板上的丝印上的标记（或者如果你自己用面包板搭，参考makeprojects.com/v/29的电路图），将电路板上其他的所有电子元器件放上去并焊接好。注意这些元器件的正负极没有搞错。

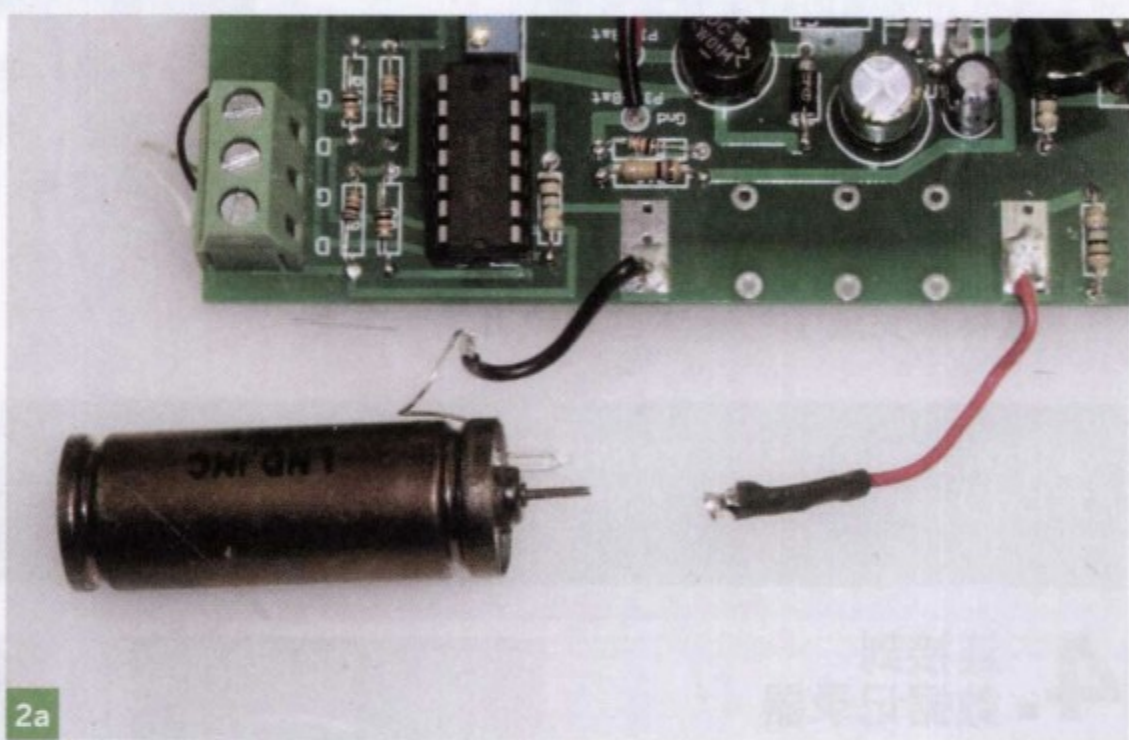


2. 添加盖革米勒管

2a. 认清你选用的盖革米勒管的阳极和阴极，然后分别和板子上的 (+) 和 (-) 连接起来。阳极端子和电阻R5靠的很近。

如果你选用的是LND 712这个米勒管，可以在焊接之前将中间的阳极拔下来，然后焊接一个短线，再将线焊接到板子上。

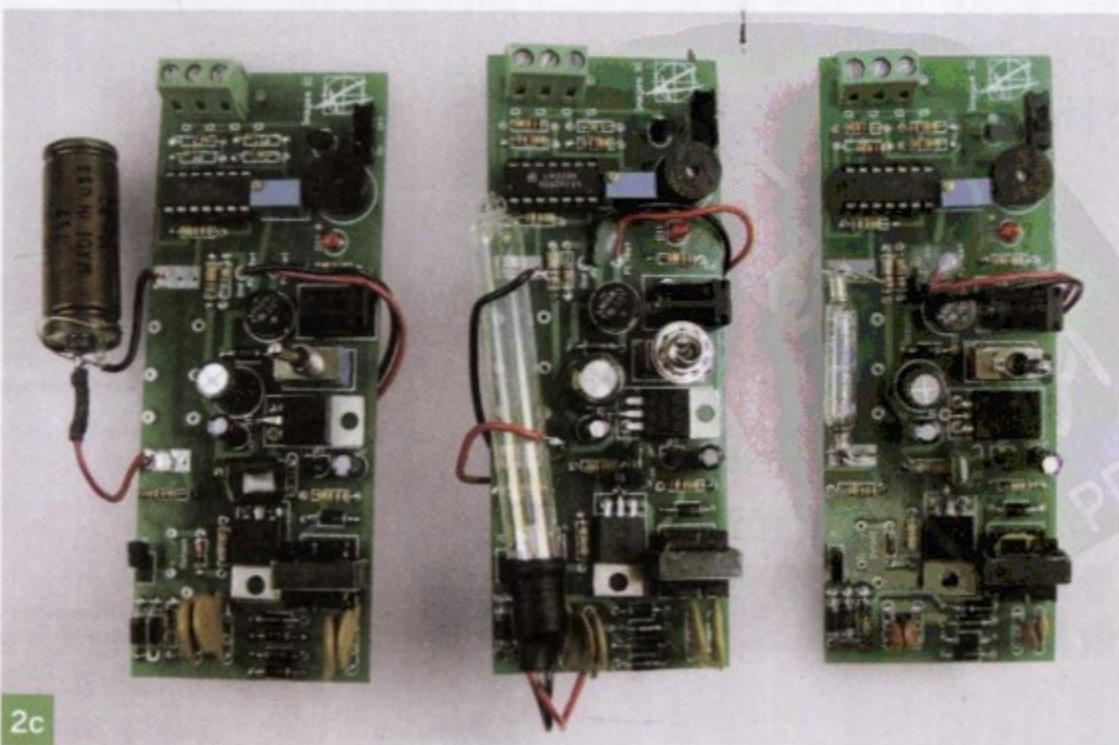
如果用的是玻璃管，阴极就是有一小段线沿着管子外边从金属帽里出来（然后再穿进去）的那一端。



注意：热熔胶或者电烙铁发出的热量很容易损伤盖革米勒管。

2b. 如果你选用的盖革米勒管在远离端子的一侧有一个云母窗，比如LN D712，那么你可以在上面装一层细的金属丝网。这样会在允许阿尔法粒子穿过的同时保护娇贵的云母窗。

2c. 如果用的是小米勒管，可以用几根扎带将其扎在板子上，然后滴点少量的胶水用来加固。如果选用热熔胶要特别小心，因为热量过大很容易损坏盖革米勒管。



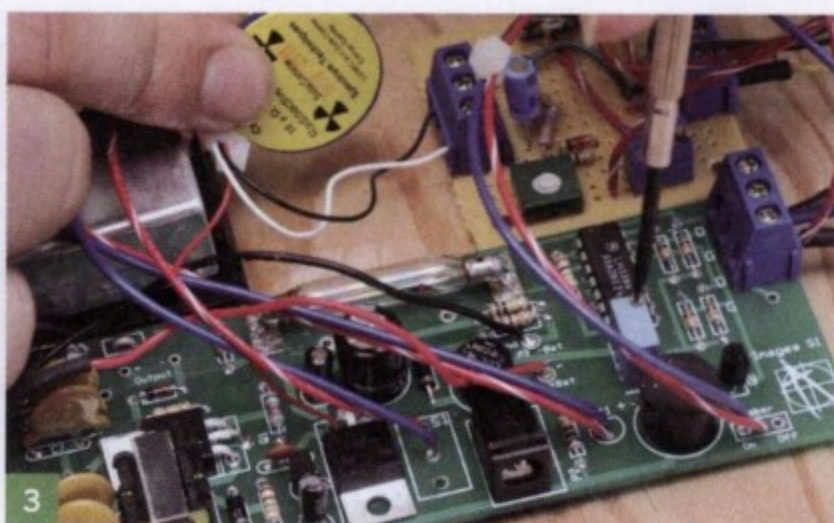
3. 微调计数器

将盖革计数器打开，如果你有放射源，可以将其靠近盖革米勒管。

现在只要调节变阻器R6，直到听到声音看到闪光就可以了。每次声光都代表着设备检测到了一个阿尔法、贝塔或者伽马粒子穿过了盖革米勒管（由于管子的敏感度的问题，并不是所有的放射粒子都被检测到了）。

如果没有放射源，来自地球上的自然的放射源或者宇宙射线也会导致盖革计数器反应。在我住的地方，用LND 712盖革米勒管的时候，每分钟大概能测到16次背景辐射事件。

这样就完成了——你已经做出了一个盖



革计数器！电路板角落上的端接模块有两组输出端子，可以接其他的设备：+3V~5V的数字脉冲信号（板上标着“D”）和地（标着“G”）。

步骤4到步骤6是可选的。它们讲述了如何将你的盖革计数器的输出与移动式数据存储器、模拟计量表、带串口输出的数显，或者是与辐射安全网络这个从全世界各地辐射监控汇集起来的公共数据库连接起来。

4. 连接到数据记录器

4a. 将一个9V电池盒EL-USB-5数据记录器连接起来，然后将数据记录器和你电脑的USB端口连起来。



注意：要用一个很小的可移动设备来记录辐射数据，我选用了Lascar电子公司的EL-USB-5数据记录器。

大家也可以选用安装有数据记录软件的手机。

4b. 运行安装光盘，然后选择“安装”和“开始”选项。在操作界面的“名字/模式”选项中，选择“事件计数”，在下一页将触发条件设为“电压上升沿”，将LED灯设为“关闭”。



4c. 电压范围选择0V~3V，这个板子的输出为4V~5V，但是数据记录器将输出降到了大约2.8V。

在时间周期页中，选择1分钟。继续安装直到安装向导结束，整个过程不需要再做其他选择。

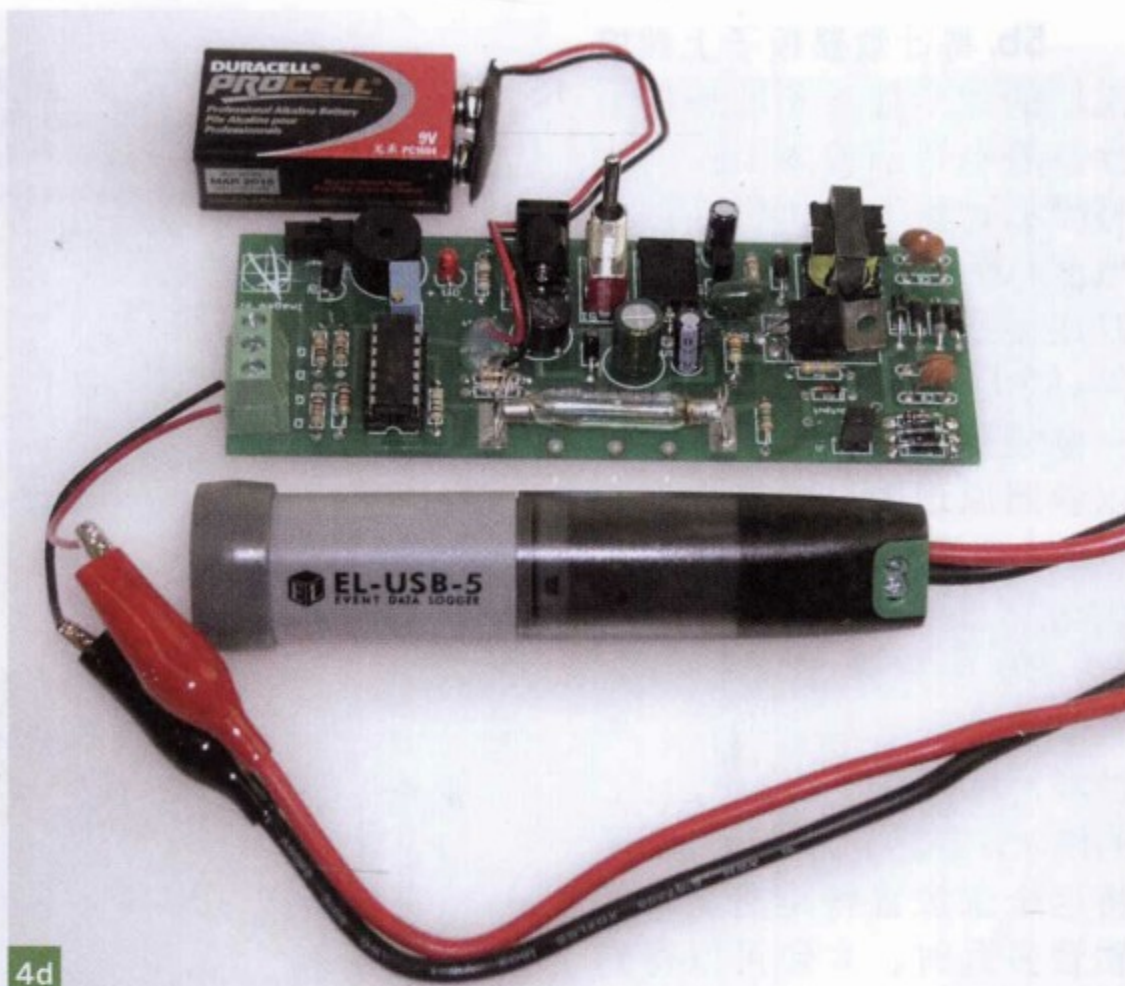


大家可以不选择每分钟刷新一次，但是要注意这个数据记录器每个周期内只能记录32 510个事件，最大的数据速率是每秒100个事件（在LED不开启的状态下）。

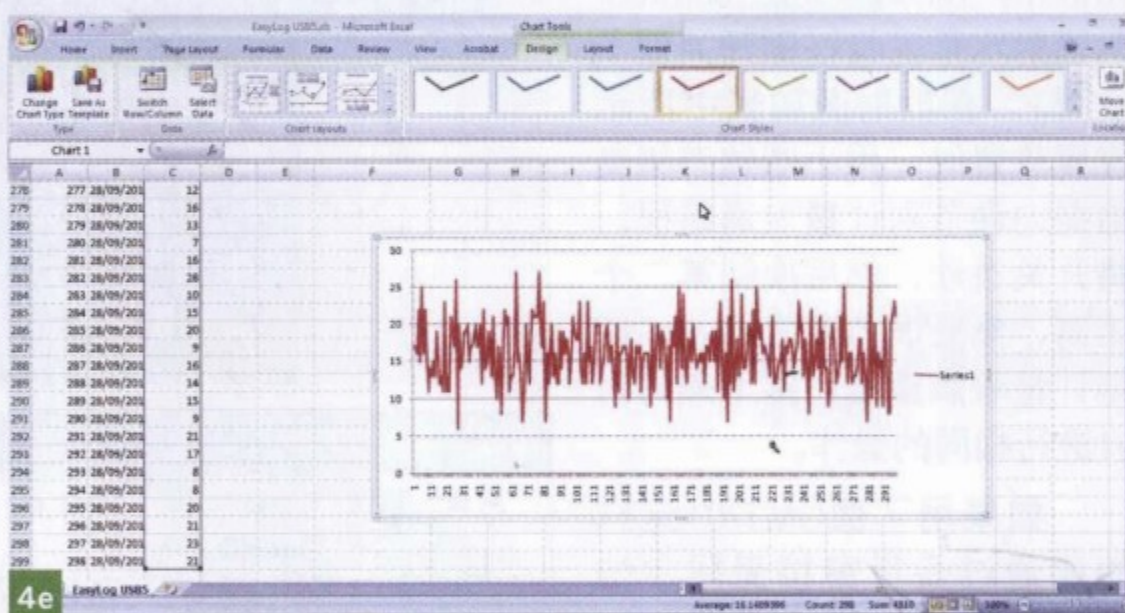
4d.将数据记录器的两个鳄鱼夹接到计数器的数字输出上，红色的接D（数字脉冲），黑色的接G（地）。剪两根线并剥好线，将线拧到端接模块上然后夹住另一头。

现在数据记录器就在收集数据了，然后你可以将它带到任何地方去读取。

4e.当数据记录下来之后，可以将这个数据记录器再和计算机通过USB口相连，并将数据存储为文本文件。大家可以用微软的Excel来打开这个文件，然后用绘图工具画出图来，并进行多种操作。图4e显示了298分钟的本底辐射数据，按照每分钟的计数值进行了绘图，平均值大概是16。



4d

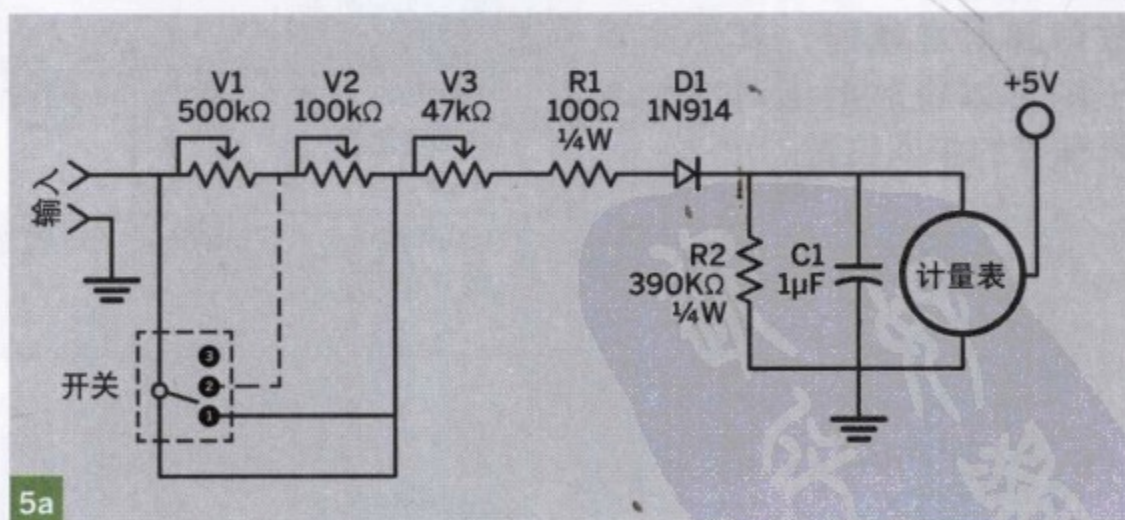


4e

5. 增加模拟显示

连接一个模拟计量表可以让计数器显示目前的辐射强度。这个电路可以用开关来切换3种读取范围，最高量程分别是每小时1mR、每小时10mR和每小时100mR。

5a.在小电路板上，如图所示组装出电路。

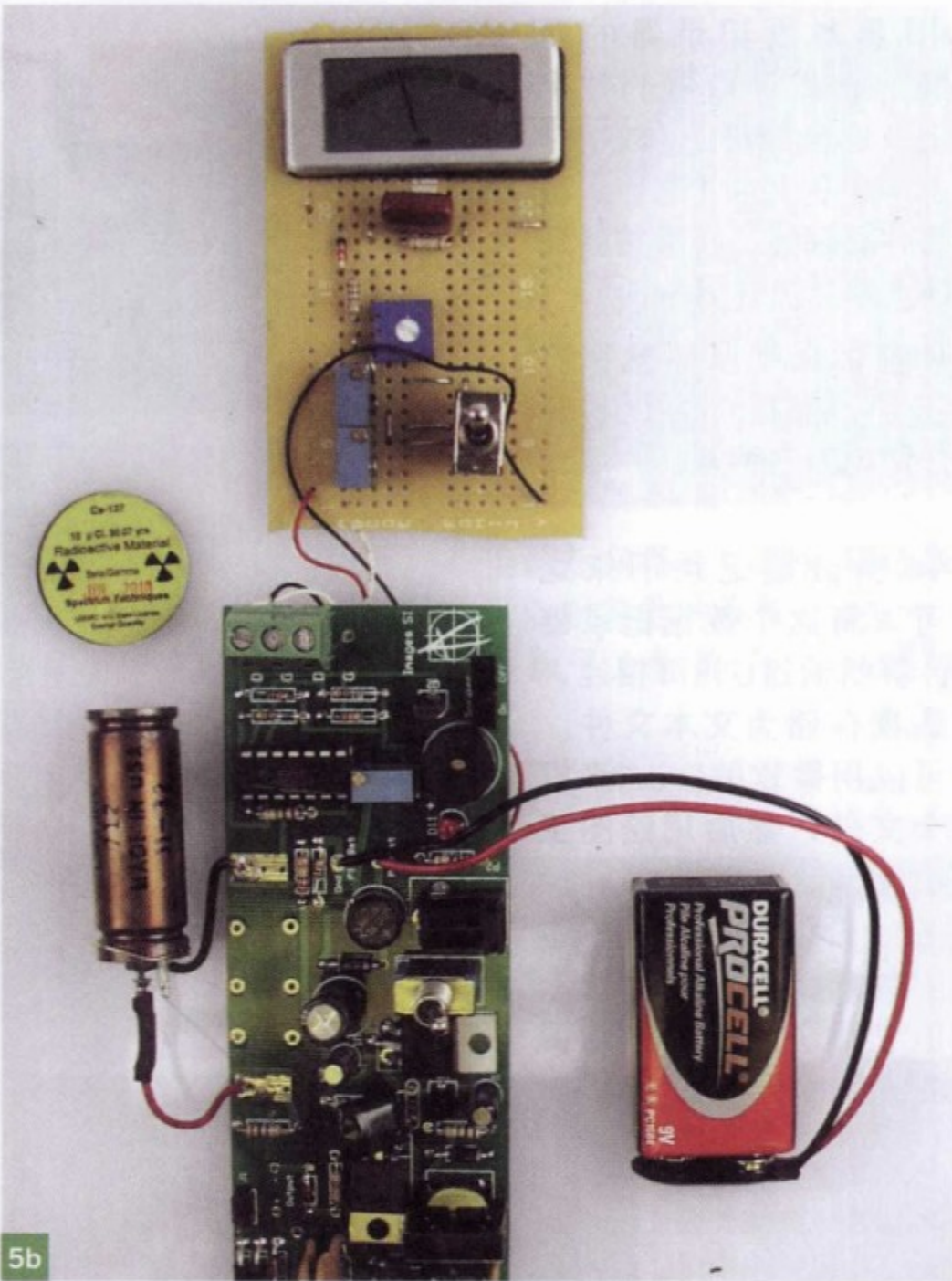


5a

5b. 将计数器板子上端接模块的数字输出和地连接到计量表电路的输入上。同时将模拟计量表的负极连接到地上。而电路需要的+5V则可以连接到计数器板卡上的任何+5V上，比如蜂鸣器的+5V一侧或是电源插口（大家可以参照原理图，或者直接在板子上查看）。

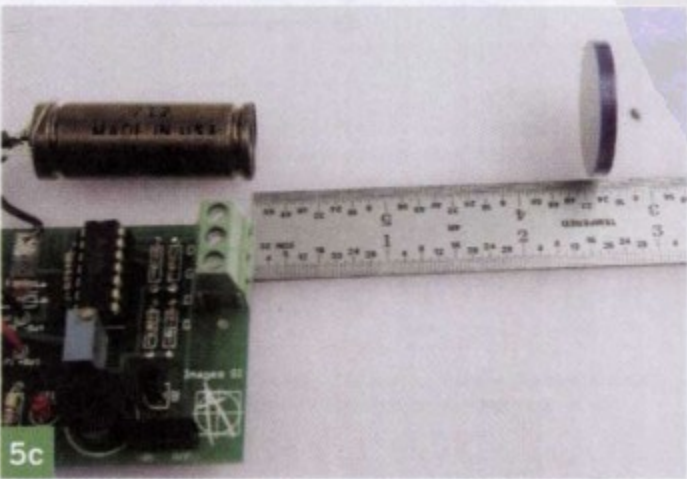
5c. 如果要想为计量表（带着一些盖革米勒管）做校准，我们可以用一个 $10\mu\text{Ci}$ 的碘-137源。下面的表注明了将这个源放置得距离盖革米勒管多远时，大致可以得到1mR/hr、10mR/hr或是100mR/hr的辐射水平。将按键开关置于位置1，在放射源如表中所示位置放置时，用小螺丝刀将变阻器V3调节到计量表满量程。将开关拨动，然后换到第二个距离，然后调节变阻器V2，使得计量表满量程；接下来再对V1进行相同的操作。

如果用了像GMT-01这样的能通过云母窗接受阿尔法粒子的管子，那么你需要将放射源对准端面。其他的管子则可以将放射源对准盖革米勒管的中间位置。



模拟计量表校准表			
盖革米勒管	GMT-01 (LND 712)	GMT-02	GMT-06
1mR/hr (调节变阻器 V3)	6英寸	6.5英寸	0.5英寸
10mR/hr (调节变阻器 V2)	2.5英寸	1.6英寸	0.25英寸
100mR/hr (调节变阻器 V1)	0.5英寸	0.25英寸	(未知)

这些值都是近似值，你的校准结果也是近似值。你的盖革米勒管的响应和我这里做校准表的管子可能有+/-20%的误差。你用的放射源和电子元器件的响应也会有所不一致，所有这些因素都会导致最后结果的准确性。



6. 增加外壳

6a. 将电源开关 (S1) 和蜂鸣器开关 (S2) 从计数器的板子上去掉, 然后用另一个拨码开关来代替按键开关, 并用6英寸的电线来将两个拨码开关连到板子之外。

6b. 如果你加进了一个模拟计量表, 还需要将它的单刀双掷按键开关去掉, 然后用电线连接到板子之外。

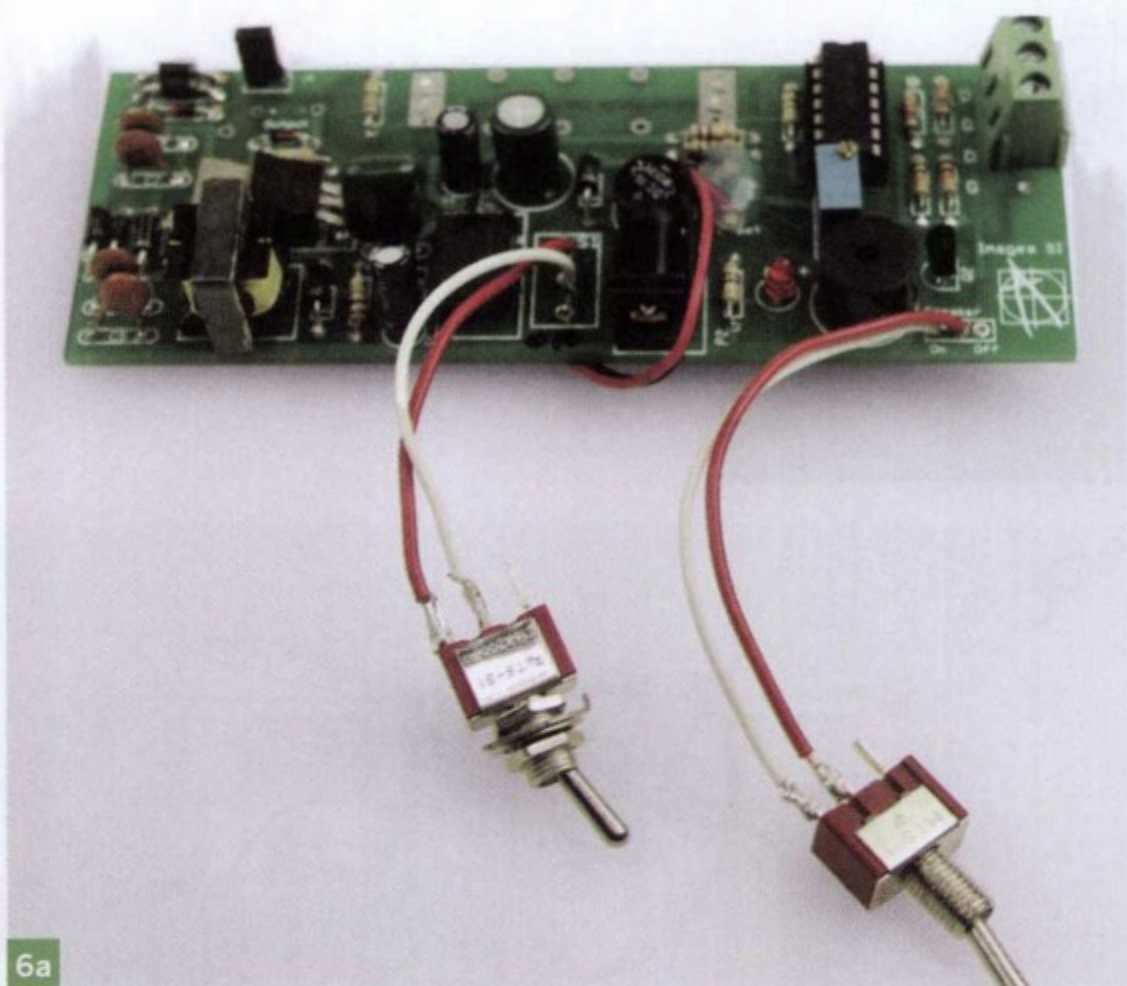
6c. 如果使用这些拨码开关和计量表, 用Dremel或者其他工具在外壳的前面板上钻孔, 用于安装这些拨码开关和计量表。

如果你用的是GMT-01或者其他带有接受阿尔法粒子的窗口的管子, 那么你需要在外壳的侧边再对应的开一个窗口。

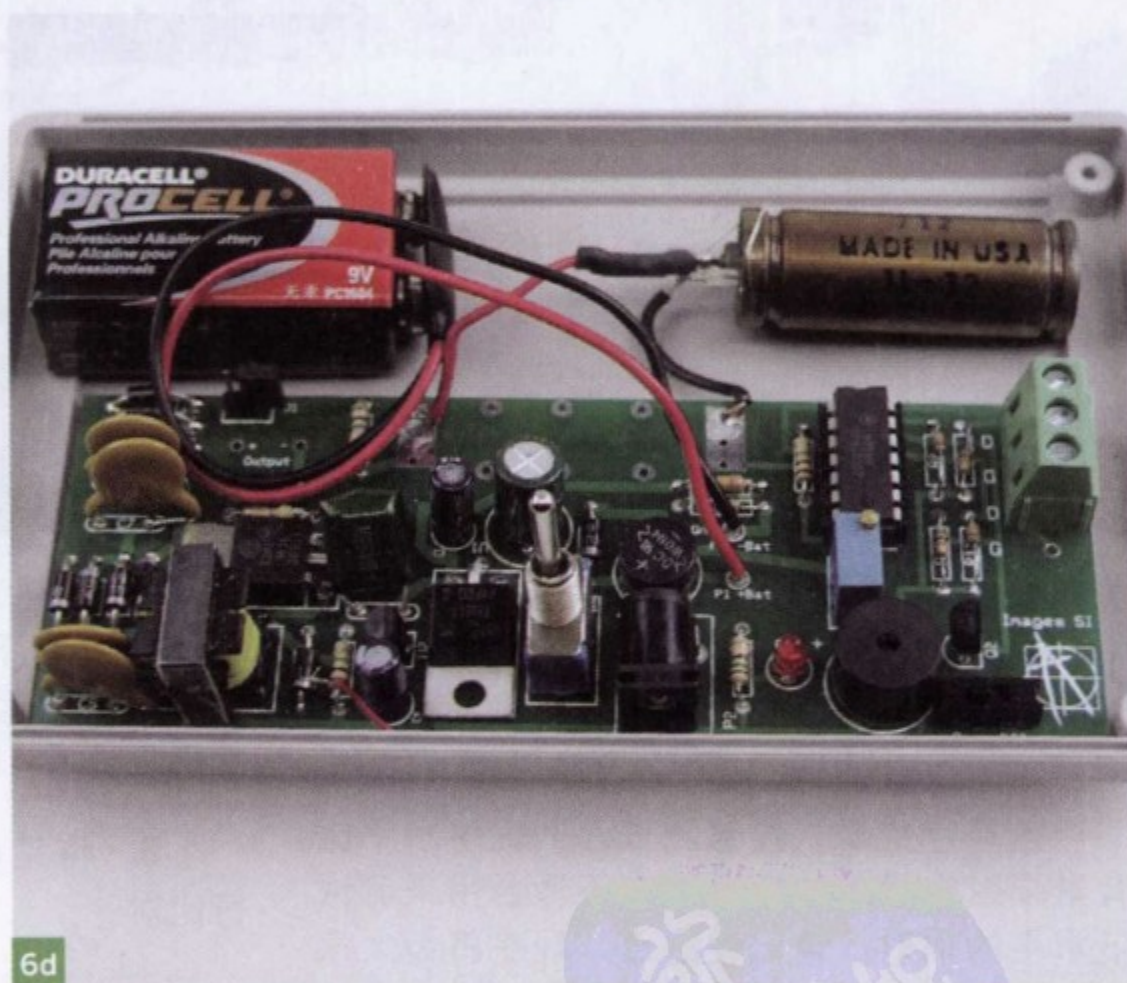
6d. 将拨码开关和计量表 (如果用到了) 装到前面板上, 将电路和盖革米勒管都按照自己喜欢的方式固定到盒子内部。

固定电路板的时候, 大家可以在电路板上钻孔, 然后用绝缘线拴住机用螺丝, 垫片和螺母的位置, 将板子固定在盒子内部。

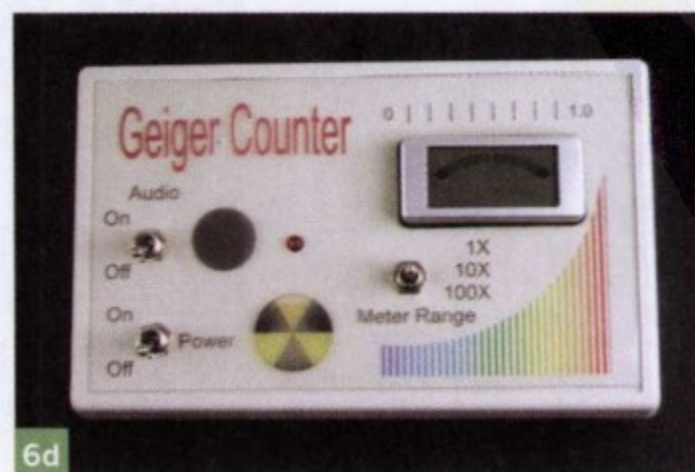
固定盖革米勒管的时候, 要用4根比盖革米勒管的直径更大的机用螺丝穿过盒子的底部, 固定在管子的周围。将螺丝用垫片和螺母固定, 然后再用电线将盖革米勒管固定在其下。如果为管子开了窗, 则需将管子对齐。现在可以尽情使用你的盖革计数器了!



6a



6d



6d

注意: 塑料材料无法阻隔太多的贝塔辐射和伽马辐射。

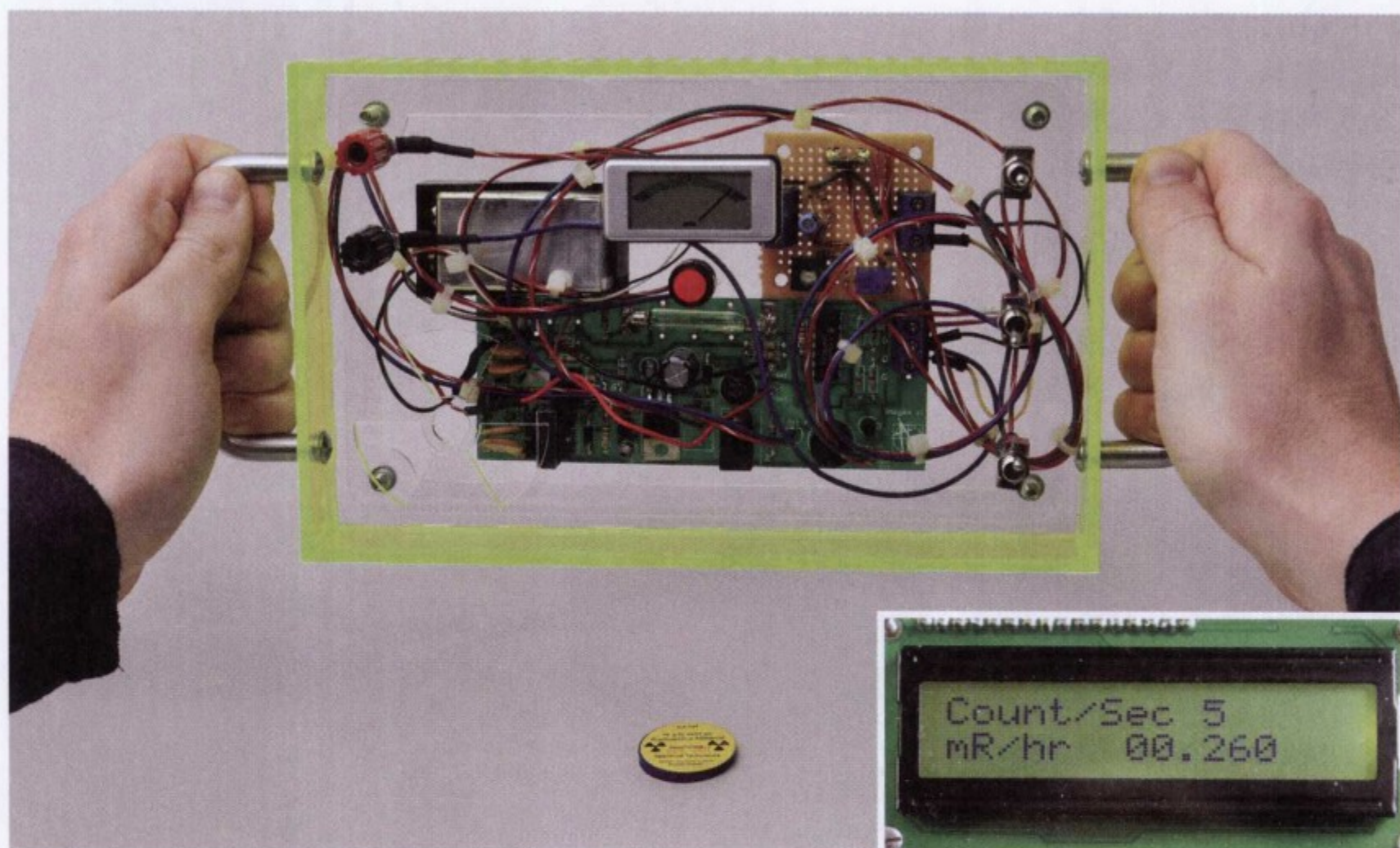
在面板上为你的元器件做标注, 另外你还可以随意进行外壳装饰。

制作测试者: 布莱恩·马兰尼、丹·斯潘格勒和《爱上制作》英文版实验室。

使用



隐藏的 辐射世界



测试辐射危害

如果你要测试辐射危害，你的盖革米勒管需要同时能检测阿尔法粒子、贝塔粒子和伽马粒子（比如GMT-01）。

盖革计数器只能够测试那些辐射水平比背景辐射高得多的情况，它不适合用来测试低水平的辐射。请记住这点，现在将为大家介绍如何测试高于背景的辐射。

1. 记录每分钟的辐射次数，通过至少20分钟来建立背景辐射水平，时间更长效果更佳。记录下最高和最低的水平，然后将它们平均一下，最终我们可以得到背景辐射的最低值、最高值和平均值。我在步骤4a里面，298分钟的采样中，平均每分钟计数值为16，最小计数值为6，最大计数值为28。

2. 将盖革米勒管贴近要测量的材料的表面，然后开启计数器，记下每分钟的计数值的输出。运行时间越长，得到的结果就越准确。

3. 将采样的辐射输出和背景辐射值进行比对。

另一种声响输出

如果你想听到来自盖革计数器的更大响声的提醒，可以用另一种声响输出电路。大家可以参考makeprojects.com/v/29的电路图。在这个电路图里面，来自比较器的脉冲信号触发了一个555定时器芯片，进而触发了单稳态，将收到的触发信号延长了。这个来自定时器的输出脉冲通过第3脚将LED灯点亮，并输出声音。

! 本文作者及出版商均不对这里提供给大家用的辐射信息负责（书面的或者暗示的）。这里提供的信息都是实验性的。健康和安全问题需要受到重视，辐射危害应当与你所在地、国家政府组织或者这个领域的专家确认与验证。

另一种电路的元件（555定时器芯片，电容和电阻）可以装到小电路板上，大家可以将其与主电路板的数字输出相连，也可以和原来的声光输出（LM339的14号脚）相连，可以直接替换原来的输出或者设置为可切换的形式。

数字计量表适配器

你还可以做更多拓展，将盖革计数器的数字输出和一个标准的3.5mm单通道耳机接口连起来，信号连到声道上，地连接到接头的地上。

这个输出接头可以让计数器连接到我公司出产的数字计量表适配器上，这个插件能显示每分钟的计数或者每秒的计数，同时显示每小时的毫伦琴数。板子上的开关还可以将适配器设为多范围的真随机数发生器。这个数字计量表适配器（见第94页图）还有第二个3.5mm的输出接头，可以通过3.5mm转RS232串口线连接到计算机上。

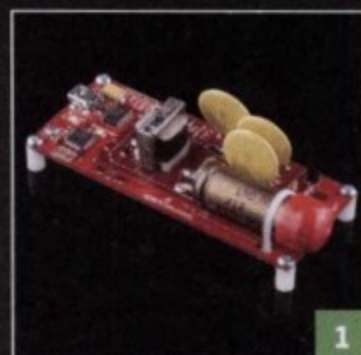
辐射监控网

想要知道全国的辐射水平么？将一个3.5mm的输出接头，如上所述连到数字计量表适配器上，立刻就能将你的盖革计数器转变为辐射监控网（radiationnetwork.com）的监测站。辐射监控网是“全国辐射图”的首页，这个网络的软件包括一根转换电缆（价格一共为79美元）。✔

+ 请到makeprojects.com/v/29下载原理图和亚克力外壳的模板。

更多DIY的盖革计数器

鲍尔·斯宾拉德



1. USB盖革计数器

SparkFun电子公司有售，价格为150美元
sparkfun.com

这个计数器上拥有一个ATMega328微控制器和一个美国制造的LND 712盖革米勒管（第89页，图2b），可以检测阿尔法粒子、贝塔粒子和伽马粒子。

2. MightyOhm盖革计数器套件

制作爱好者小站有售，价格为100美元
makershed.com，货号MKMO1

这个需要自己焊接的套件包括了ATtiny2313微控制器和一个俄罗斯制造的SBM-20盖革米勒管，可以检测贝塔粒子和伽马粒子。

3. 带盖革米勒管的Arduino辐射传感器板

Libelium有售，价格为115英镑（约为163美元）
cooking-hacks.com

目前包括了一个中国制造的J305β盖革米勒管，可以检测贝塔粒子和伽马粒子，但是这个板子可以兼容任何工作电压在400V~1000V的盖革米勒管。

4. 盖革计数器模块

Seeed Studio有售，不带盖革米勒管的价格为27美元。
seeedstudio.com

这个模块与Seeed发售的中国制造的J408γ盖革米勒管兼容，只能检测伽马粒子，当然也能和其他400V的盖革米勒管兼容。



Nerf玩具枪

制作一个泡沫子弹的金属玩具枪，
胜过店里出售的塑料枪。

西蒙·建生

和其他绝大部分满是极客的办公室一样，在我工作的地方有好几把孩之宝玩具枪以及类似的玩具武器在开火。我同事莱斯特有把能打出吸盘弹丸的孩之宝公司经典之作N-Strike系列的牛仔玩具枪，但是我对这把玩具枪的效果不太满意。于是决定自己制作一把更好的玩具枪。

这是一把简单的玩具枪，只能单发，但是射程和准确度比普通的玩具枪要好多了。

我是用PVC管子、挤塑铝还有铝管来制作这把手枪的，枪柄是木头的，还有各种金属和塑料的零件；大部分的零件是从我的零碎盒子里面翻出来的——大家伙很容易改动设计，只要用上你手头的东西就可以了。侧拉式的扳机和伸缩柱塞的设计使得手枪短小精悍。大家会需要一个小的金属铣床来加工一

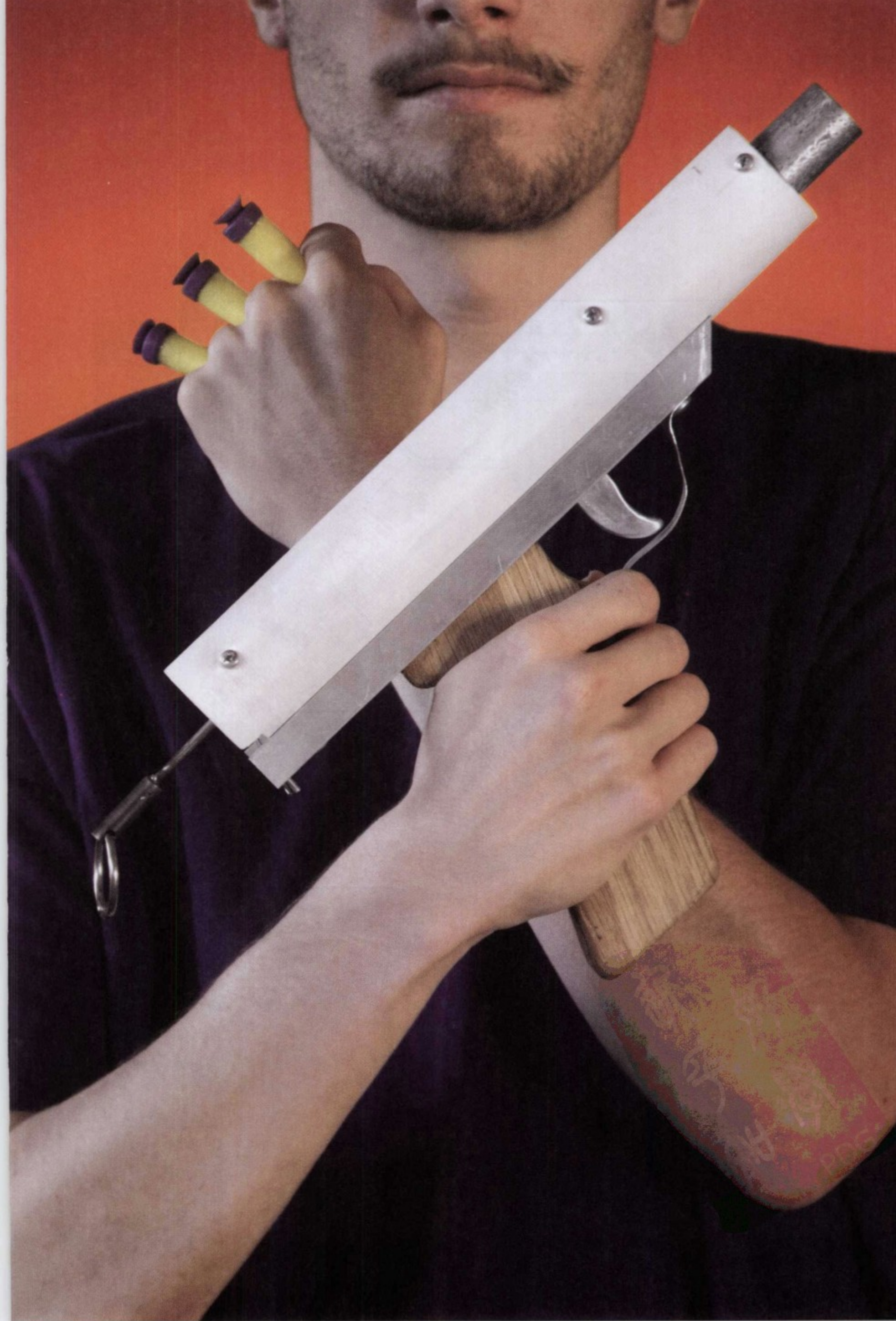
些部件，但是设计上没有什么至关重要的部件，这是一个提高自己制作技能的好项目。

西蒙·建生是新西兰人，有着强烈的英式怪癖。他是一位职业的软件工程师，业余时间里喜欢制作各种古怪的东西或是组装老式汽车。

准备：第99页

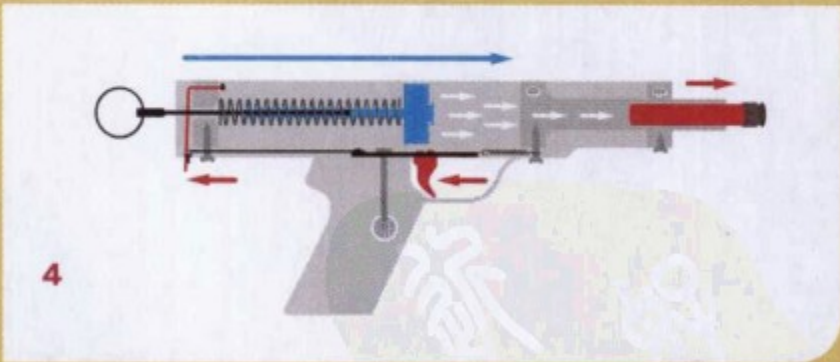
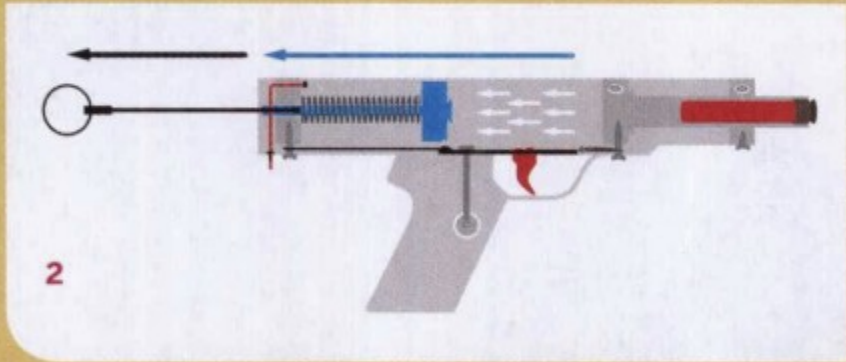
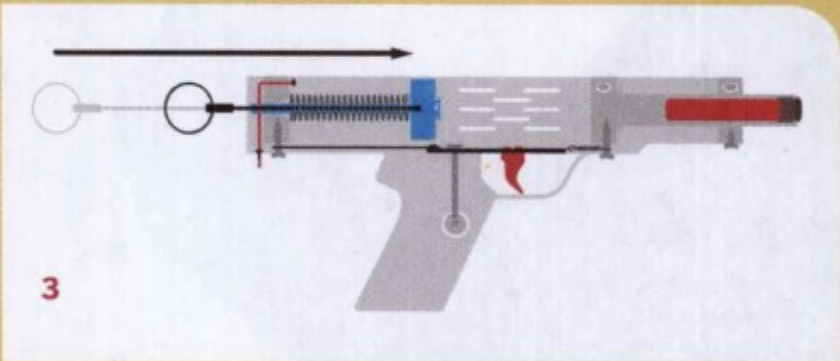
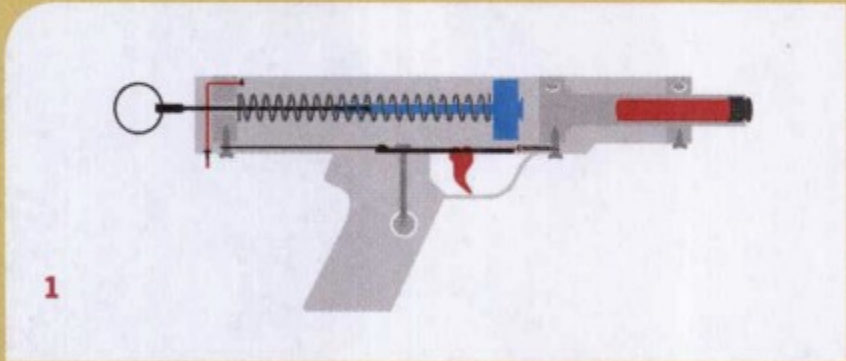
制作：第100页

使用：第106页



玩具枪之秘

一些子弹枪直接通过压缩的弹簧来推动圆盘。和市面上高端的孩之宝玩具枪一样，这把玩具枪也是用了压缩弹簧驱动活塞，以压缩子弹后面腔室中的空气，然后将子弹推出紧密配合的枪管。这个设计可以让子弹有1个强大的弹簧力，只要这个枪管够长，子弹发射之前就能有更多的时间来加速。



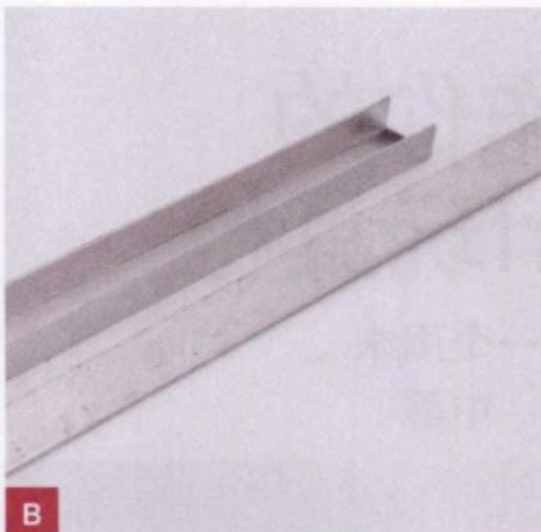
1. 给枪上子弹的时候，用户将拉环**A**往后拉。这使得伸缩柱塞的内杆**B**往后滑，直到内限位碰到了内杆的卡子**C**。
2. 继续向后拉拉环使得活塞**D**往后，挤压可压缩的弹簧**E**，直到卡线**F**侧着进入了限位件的沟里面，这样激昂活塞固定在上膛的位置。

3. 你可以接着将拉环往里送，将伸缩柱塞向前送，只要这个拉环还在尾帽**G**的后面就可以。
4. 扣下扳机**H**将使得侧滑盘**I**松开卡线，活塞向前，将枪膛中的空气压力传到窄小的枪管中，并推动玩具枪的子弹**J**。这个玩具枪发射不完全依靠弹簧的运动。

准备



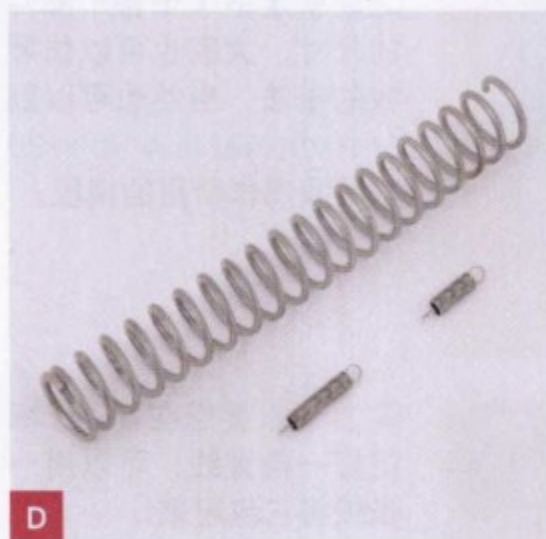
A



B



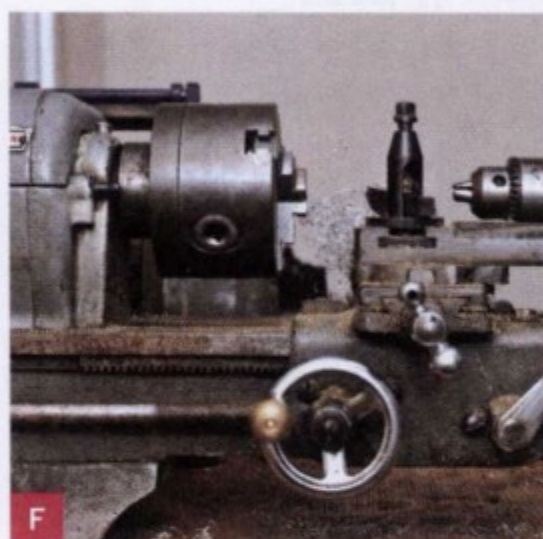
C



D



E



F

材料

金属件可以使用钢铁、铝、黄铜或者红铜，这些都取决于现在你手头有什么以及你所设想的外观和手感。

A. 塑料管

- » PVC管子，常规的40号，1 $\frac{1}{4}$ 英寸内径，长度为1英尺
- » PVC或者HDPE管子，常规的80号，内径1/2英寸，长度为6英寸

B. U形槽铝，厚度为1.5mm，底宽22mm，侧腿宽12mm，长度为1英尺。1/16英寸×7/8英寸×1/2英寸的也可以

C. 金属管和金属杆

- » 金属管，外径1英寸，长度1英尺。枪管用各种直径都可以，但是要注意要和弹丸匹配好。
- » 金属杆，1/8英寸直径的，长度为1英尺，这个老的打印机或者扫描仪里面都有
- » 金属杆，直径5/16英寸，大概几英寸长，类似的金属块也可以，这个是用来加工卡件和尾部限位器的

D. 弹簧

- » 压缩弹簧，直径0.7英寸，长度6英寸，每英寸弹力6.2磅。Century弹簧公司（centuryspring.com）的货号是#364，其他的类似尺寸和弹力系

数的都可以

- » 弹簧圈，大约1英寸长，自动铅笔、打印机、扫描仪、玩具等里面都有——用来弹回扳机的
- » 弹簧圈，大约1/2英寸长，从打印机、扫描仪或者一次性打火机中拆出来的都可以——用于卡紧机构的

E. O型环和夹子

- » 橡胶O型环，1 $\frac{1}{8}$ 英寸外径，7/8英寸内径的两个
- » C型夹，1英寸内径（2个），这个也成为外部保护环，或者叫做挡圈，用于枪管

- » 金属夹，1/64英寸（0.015英寸）厚×1/4英寸×4英寸，用来连接扳机回弹弹簧和扳机

- » 平的铝板，3mm×20mm×1英尺的长度，用来做扳机板

- » 平的铝板或者铝片，1mm×20mm×1英尺长，用来做扳机斜坡和扳机护圈

- » 拉环，大概1英寸的内径，足够放进去一个手指就可以了

- » 音频线，1.58mm（0.062英寸）的，大概1英寸长就够了，你可以准备4英寸长，以备出现状况

- » 塑料的切割板，1/2英寸或者更厚的
- » 边角木料，大约1英寸厚的，足够做手枪的枪托

- » 亚克力边角料，1/4英寸厚，足够贴住枪托的两侧
- » 防尘垫圈，8mm内径，32mm外径

- » 螺栓，6mm

- » 机用螺丝，3mm长（7个）

- » 短自攻螺钉（7个）。我用的螺钉有7mm的螺纹，总长度为10mm。

- » 长的自攻螺钉（2个）。我用的螺钉有18mm的螺纹，总长度为22mm。

- » 短而宽的螺丝（2个），用于将柱塞装到杆子上。我用的是装订螺丝。

- » 各类金属边角料，用于加工小零件。我用它做出了10mm厚的铝制扳机、一个16mm（5/8英寸）的圆柱形枪托钢芯，用铜片边角料做了一个1/2英寸的圆形活塞限位，还用边角钢料做了一个3/16英寸的内部限位。

工具

F. 金属铣床

- » 焊接枪与焊料。我用的是一个小号的乙烷喷灯，厚度和一个记号笔相当。这是我从附近的汽车用品店买来的。

- » 电钻与钻头

- » 锯位

- » 塞子，3mm和6mm的

- » 小号锉

- » 手锯、螺丝刀、镊子、尺子和铅笔

制作



制作你的 Nerf玩具枪

时间：一个周末

复杂度：中等

1. 枪管、枪体和顶盖

1a. 用手锯锯一段长1¹/₄英寸的PVC管做枪体。

1b. 从切割板中切出两块塑料的圆环来支撑枪管。我是在铣床上完成的，然后每个环用3个螺钉固定到枪体上。

1c. 用1英寸的金属管中锯出枪管。长度不小于70mm就可以（这是玩具子弹的长度），可以突出枪体任意长度，突出的长度取决于你的审美看法。

1d. 在枪管上加工出两个槽，这样可以将C形夹加上去放在圆环之间，同时为后圆环旁边放橡胶O形环留下空间。这些C形夹能防止枪管侧滑，而橡胶环能防止枪管发响或是旋转。

1e. 标准的1/2英寸直径的玩具子弹应当能无需捆扎而顺畅地放进枪管。要想更好的微调你的枪管内径，可以从1/2英寸内径的塑料管上切一段下来，然后稍加铣制在塞进枪管里面。



我是在制作过程中逐渐完成设计的，而不是在设计之前就定下了各个部件的尺寸。大家也可以仿照我的做法，当然也可以到makeprojects.com/v/29下载我制作所用的模板。

提示：要想在管子上标记好一条直线，可以用一张纸将它包起来。

切割板是完成各种项目的很好的塑料来源——价格便宜，而且超市里面就出售，这可比去工业塑料厂家那里买方便多了。

注意：这个玩具子弹的吸盘弹头比子弹主体还要宽一些，因此塑料的管壁会停在离枪管边缘20mm的位置。这样当上膛的时候，子弹就能正好放好，而不会和枪管有任何摩擦。

1f. 不装圆环的时候，在枪体上等间距标记3个点，然后钻出3个螺丝孔。然后将枪管组件插进去，然后透过这些孔在圆环上作标记，接下来在这些标记点上钻孔，准备装自攻螺钉。



注意：一会要在后面的中心环上面装一个长的底部螺丝。

1g. 切割塑料板加工出尾帽，使其能较舒适地装进枪体里面就行。然后在尾帽上再钻一个8mm的同心孔，用于穿过柱塞，然后在前面用埋头钉进行导角，以便柱塞方便退出。最后在这个尾帽的背面用两个小螺丝装上一个8mm的防尘垫片。



这个垫片使得卡线滑动的时候接触的是一个难以磨损的金属表面。

1h. 做卡线的时候，剪一段4英寸长的1.2mm的线，然后再在尾帽上钻孔并穿过孔和垫片。将卡线的前面弯折一下，或者在前面装个小限位，这样线就不会被拉出去了。接下来将线的后面弯折一下，使其紧紧贴在尾帽上。



2. 活塞和柱塞

2a. 从更多的切割塑料中加工出活塞来，大小是以在枪体里面滑动为准。然后在圆周上切一个装O形环的槽，用于装密封材料。

这个伸缩柱塞是用一个96mm长的5/16英寸直径的管子做成的。用一个短而宽的螺丝将其固定在活塞上。我是直接焊上去的，但是大家可以考虑用管子里面做出螺纹，然后上螺丝。螺丝下面放个小的O形环可以帮助提升密封效果。



提示：从旧的打印机或者扫描仪里面可以找到很好的小直径的钢管，这样会更易于加工。



2b. 做伸缩部件的时候，切一段1/8英寸直径的杆子，长度为115mm，然后在尾巴上焊接一个5/16英寸直径的圆形限位盘。

2c. 尾部限位可以切一段5/16英寸的杆子，两头磨平。然后从一端穿过柱体钻一个1/8英寸直径的孔直到柱体中间。这就是焊接1/8英寸直径的杆子的地方。在离另一端3mm的地方钻一个孔，用于安装拉环。

2d. 利用5/16英寸的杆子来加工卡紧部件，大概需要25mm长，上面需要一个1/8英寸的孔来穿这个1/8英寸的杆子。在这个卡紧部件的前面打磨大概10mm，这样可以和5/16英寸的管子贴紧。然后在后面导角，使得其可以穿过尾帽。

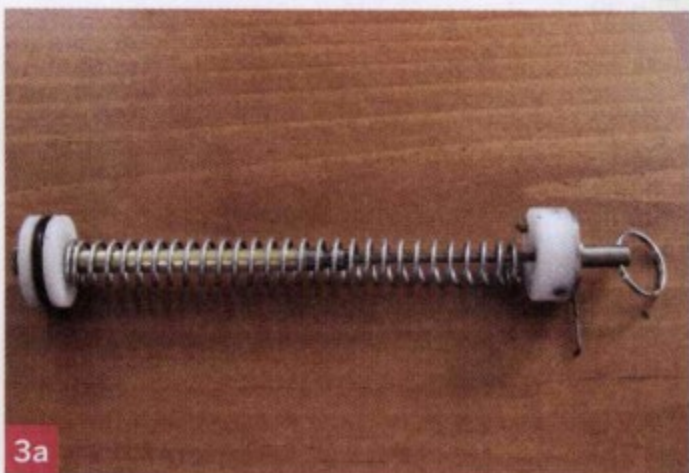
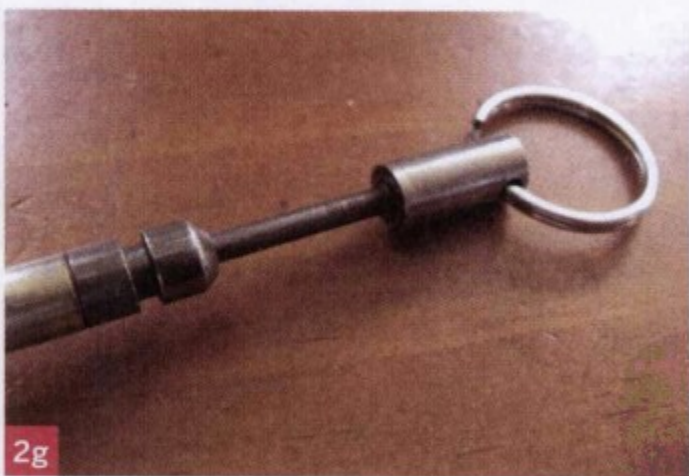
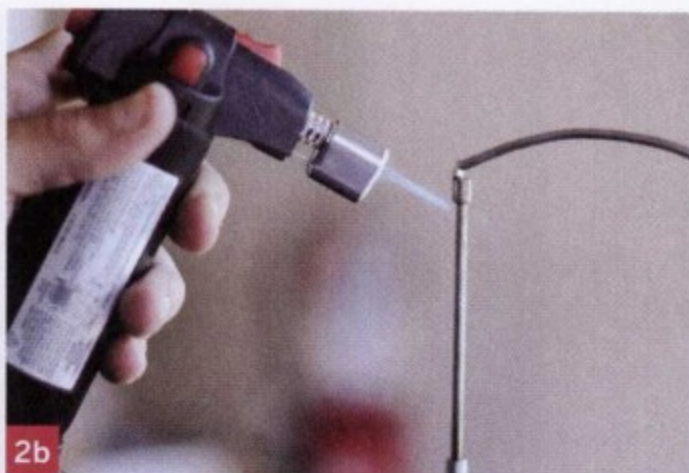
2e. 在离背面7mm的地方开一个方槽，深度和宽度适合卡住卡线就可以了。

2f. 将卡紧部件装到1/8英寸的杆子上，然后在杆子的前端焊接上3/16英寸直径左右的限位就可以了。

2g. 将杆子插进管子里面，然后焊接到卡紧部件上。

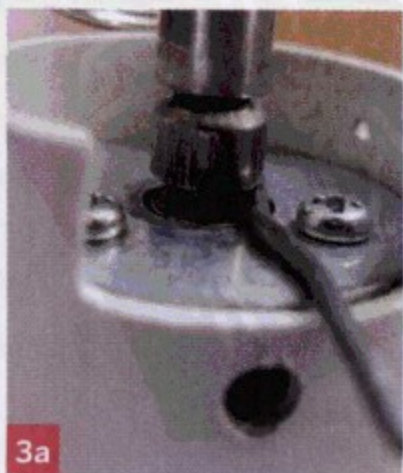
3. 主弹簧与测试

3a. 将拉环去除，然后在柱塞上装上弹簧和尾帽，再将拉环装上去。将这一组件装到枪体里面。就在枪体的背后切一个缺口，让卡线能左右摆动。



注意：这个槽里面的卡线就是用来在扳机时将柱塞往后拉用的。

小的限位可以在5/16英寸的管子内部滑动，做的时候不要太紧，这样这个内部的限位就能自由地移动。



3b.当尾帽用两个顶部螺丝（一会在加底部螺丝）固定到位之后，可以测试一下往后拉柱塞，直到杆子向后缩，并且确认卡线可以滑进卡紧部件。

一旦这个枪上了扳机，就可以将杆子再贴着边顶进去。

如果要测试一下开枪，只用将卡线想侧边拉出导槽就行了。

4. 扳机系统

4a.从10mm的铝上裁剪出扳机的形状并锉好，然后在顶上做两颗固定孔。

从3mm的铝上裁剪出扳机盘的形状并锉好，这是要在壳体里面滑动的。在前面为扳机的安装钻两个安装孔，后面钻两个孔装扳机斜坡。中间离扳机边缘46mm的地方，切一个19mm×8mm的槽，用于安装枪托。

4b.用85mm长、1mm厚的金属切出斜坡来，背面要有一个35°的楔形坡用于推卡线。将这个扳机斜坡和扳机盘用螺丝固定在一起。

4c.用22mm×210mm长的U形槽制作扳机壳体，下面朝前导45°。中间钻两个孔，可以透过枪体和中间的环用螺丝固定在一起。另一个孔则可以通过安装枪托的螺钉。中间再开一个10mm×22mm的槽，用于安装扳机。



注意：扳机盘和扳机斜坡可以是一体的部件，但是为了演示制作过程，因此我是分开来做的，这样可以细调斜坡的角度。

由于各扳机安装螺丝同样固定了装扳机回位弹簧的一个卡子。

扳机斜坡角度不同，我们可以以此来调节扳机的灵敏度；斜坡越陡，扳机就越敏感。

4d.在壳体的背面左方做一个小孔，再用螺丝固定卡线弹簧。右边切一个槽，让卡线可以通过。



5. 枪托和扳机护圈

5a.从18mm厚的木板中切出枪托来。然后穿过枪托钻一个16mm的孔，用于安装一个圆柱的金属芯，再在枪托顶上钻一个6mm的孔直到金属芯位置的中间。这是用来安装将枪托固定到扳机壳体的长螺钉的。



5b.切出16mm的金属圆柱芯，侧边做一个6mm的孔，用于安装螺钉。然后在每一面中间做一个3mm的孔，用于安装两个枪托侧板。



5c.用4mm的亚克力板切出枪托侧板来，然后拿锉和砂纸磨成需要的形状。顶面上还要锉出一个阶梯来，这样可以较舒服地贴合到扳机壳体上。



注意：亚克力顶面上的台阶使得枪托不会在壳体下面旋转，同时也防止侧板在枪托上旋转。

5d.用大约1mm的薄铝片切一个扳机护圈，然后弯好。前端角度要能盖住扳机壳体的前部和枪体。扳机护圈的后面则压进枪托上钻出来的一个浅孔里面。



提示：为了让扳机护圈的前面和枪体的管子贴合，我用砂纸在管子上包了一层，然后打磨铝制护圈，直到获得了合适的形状。

6. 最终组装

6a. 将扳机用两个3mm的螺丝装到扳机侧板上，夹住前端扳机复位弹簧所在的铜卡子。将扳机斜坡用螺丝固定到扳机侧板的后面，然后将整个组件放到扳机壳体里面。



6b. 将扳机壳体上前面的安装螺钉穿过对应的孔，然后将扳机复位弹簧挂在这个安装螺钉和扳机盘的卡子中间。这个弹簧将在你把螺钉安装到枪体的过程中拉住螺钉。



将一个6mm的螺钉穿过隔离片和扳机盘上的对应槽位，将钢芯从枪托里面穿过，螺纹对准安装孔，准备安装长螺钉。然后将螺钉穿过枪托拧到钢芯上。接下来将亚克力侧板从两边安装上去。



注意：螺钉的上部穿过了从5/16英寸的管子上切下来的小隔离片（见图5b），这样螺钉就不会和侧滑的扳机盘接触了。我还将螺钉头沉下去了，这样组装手枪的时候，枪体就没有什么阻挡的地方。

6c. 最后，将枪托组件和扳机组件用两个长的自攻钉安装到手枪的枪体上去，注意要让卡线穿过扳机壳体上的矩形槽。将1/2英寸的弹簧一段挂在卡线上，一段挂在下面的小螺丝上，用于向柱塞的方向拉卡线。



当扳机壳体安装到枪体上并且卡线安装好之后，你就能发现为什么扣扳机能放开这个卡线了。

恭喜你，你的玩具枪现在已经组装完了！



制作测试人：尼古拉斯·雷蒙德。

使用



自由射击



使用玩具枪是一件很简单的事情，向后拉柱塞后面的拉环，直到卡线卡到柱塞的卡位部件上。然后将柱塞的伸缩部分塞回到手枪里面（对于非伸缩柱塞来说，这个手枪会更长一些，上了扳机的时候不是很好看）。现在就可以开火了。

我发现在8~10m（26~33英尺）的射程内，子弹很准，飞行轨迹很直。距离更远的时候，就要稍抬升枪管，利用子弹的抛物线轨迹射击了。

还能做些别的什么呢？大家可以任意地给玩具枪涂上漆。我不建议使用黑色，别跟

真枪混淆。这把玩具枪上绝大部分的部件都可以根据你的喜好来改动。枪托可以改，枪管的长度也可以改，加一根强力弹簧是增加射程的最好办法，还可以加瞄准设备——甚至是用个便宜的激光管来加个激光指引，这样就一下子变成高科技设备了。

我在计划的下一个版本是做一个“真”的武器的玩具仿品，比如《星球大战》里面冲锋队员的声光枪或者《Blake's 7》中的手枪？

1+2+3

制作高压泡沫火箭

瑞克·适切特拉

你能做到



将一个能蹦起到100英尺高空的东西称为“玩具”可能有点开玩笑。不管是不是玩具，这个小火箭的确很带劲。这个的动力可以用在《爱上制作》中介绍的压缩空气火箭发射器（makeprojects.com/project/c/585；对应的套件在makezine.com/go/launcherkit可以买到）或者踩踏式火箭发射器（makezine.com/go/stormlauncher）。

1. 切割泡沫，然后用扎带固定

切一段9英寸长的泡沫绝缘管，然后在距离一端1/2英寸的地方用扎带扎紧，保证不能有空气漏出去。将扎的位置上面多余的泡沫裁掉。

2. 在泡沫的火箭柱体上加绝缘胶带

将两条绝缘胶带交叉缠在火箭头上，接下来用绝缘胶带螺旋着将火箭柱体都缠上，用3块相互重叠的胶带就能完成这个任务了。

3. 裁剪并安装火箭翼

从泡沫板上才一块4英寸×11 1/2英寸的矩形，然后沿着对角线剪开，形成两个火箭翼。同样的操作再进行一次。用大量的热熔胶将3个火箭翼等距离地安装到泡沫火箭柱体周围。如果绝缘胶带上太粗糙，胶黏不上，可以在上面再绕两圈透明胶带，这样黏火箭翼的时候就能有光滑的表面了。

使用

将压缩空气火箭发射器加压到每平方英寸45~65磅，然后发射（如果用低压，发射高度也不高，可以用脚踩式发射器）。当绝缘胶带最后外表被崩开了，不能再飞的时候，只要再缠上更多的绝缘胶带，就能接着飞了。■

瑞克·适切特拉在美国圣何塞的一个中学里面当教师，通过课外的课程他将制作爱好者的精神传播开来。他的夫人和两个孩子总是给他无穷的创作灵感。

你需要

泡沫绝缘管，内径1/2英寸

一根6英尺长的能做8个火箭（以下指南是完成一枚火箭所需的）

泡沫板，2mm厚，手工店和网上哦独有9英寸×12英寸大小的

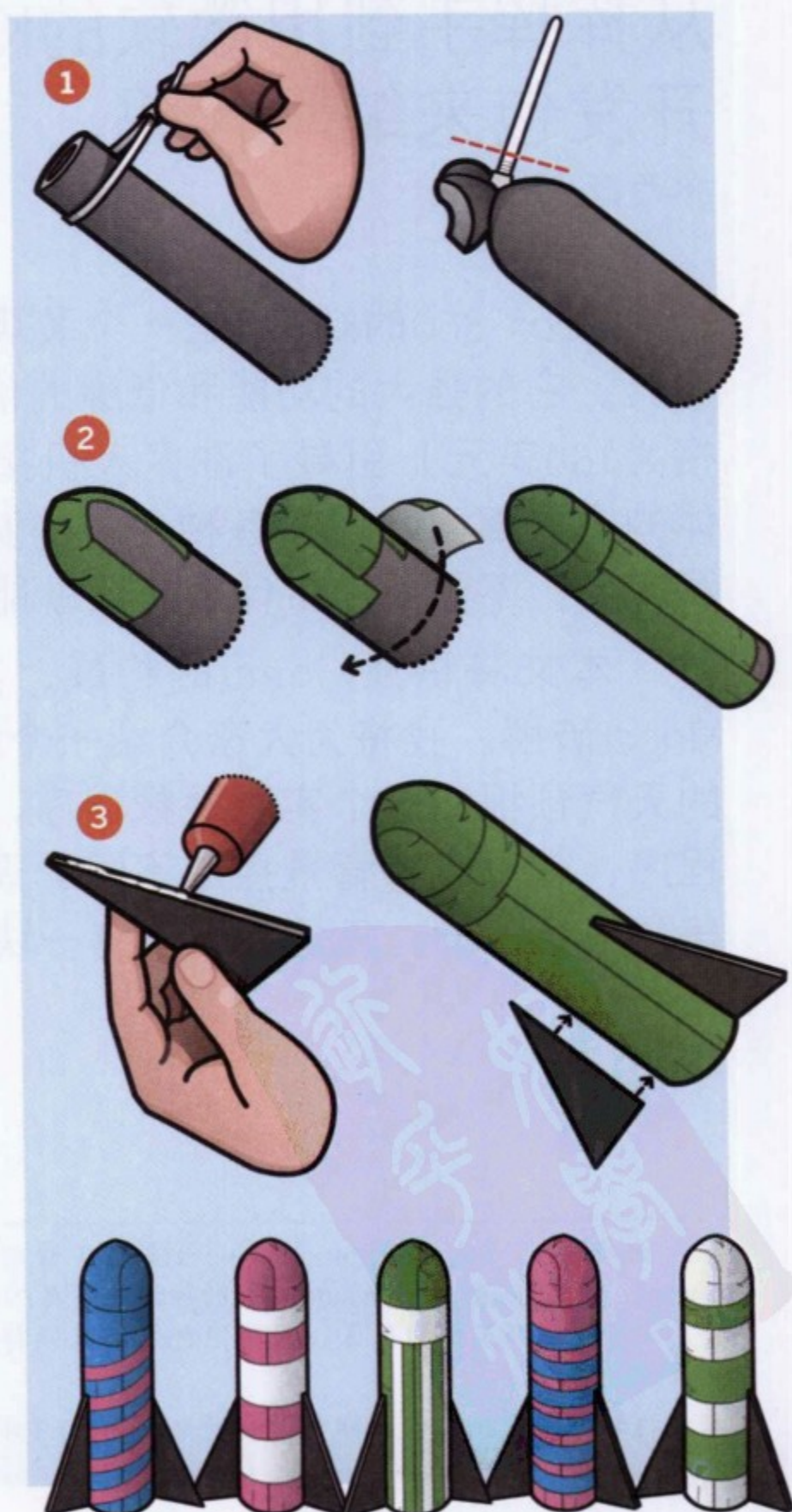
扎带，8英寸长

绝缘胶布，现在有各种颜色的

剪子

热熔胶枪和胶棒

透明打包胶带（可选）





破解 Kinect

从挥挥手到用微软的Kinect软件开发包来编写代码。

乔西亚·布莱克

Xbox 360的Kinect是一个装满了传感器的令人惊叹的小玩意儿。它的强大的功能和低廉的价格（不包含Xbox控制器的价格为150美元）引导了许多人机接口方面的创新，内容涉及人体的方方面面。现在各种各样的游戏和软件都能识别你的动作和手势，不需要你带什么东西就能靠手势来完成各个操作。

本文将讲述Kinect的构成、其工作原理，以及如何完成Kinect破解。我将为大家介绍一个简单的入门型应用——Kinect的天气预报板这个实时视频程序，只要你走进图框范围内打开程序，就可以将背景换成不同的天气动画图——像电视上的天气预报员一样，只是后面没有一块绿色的屏幕而已。

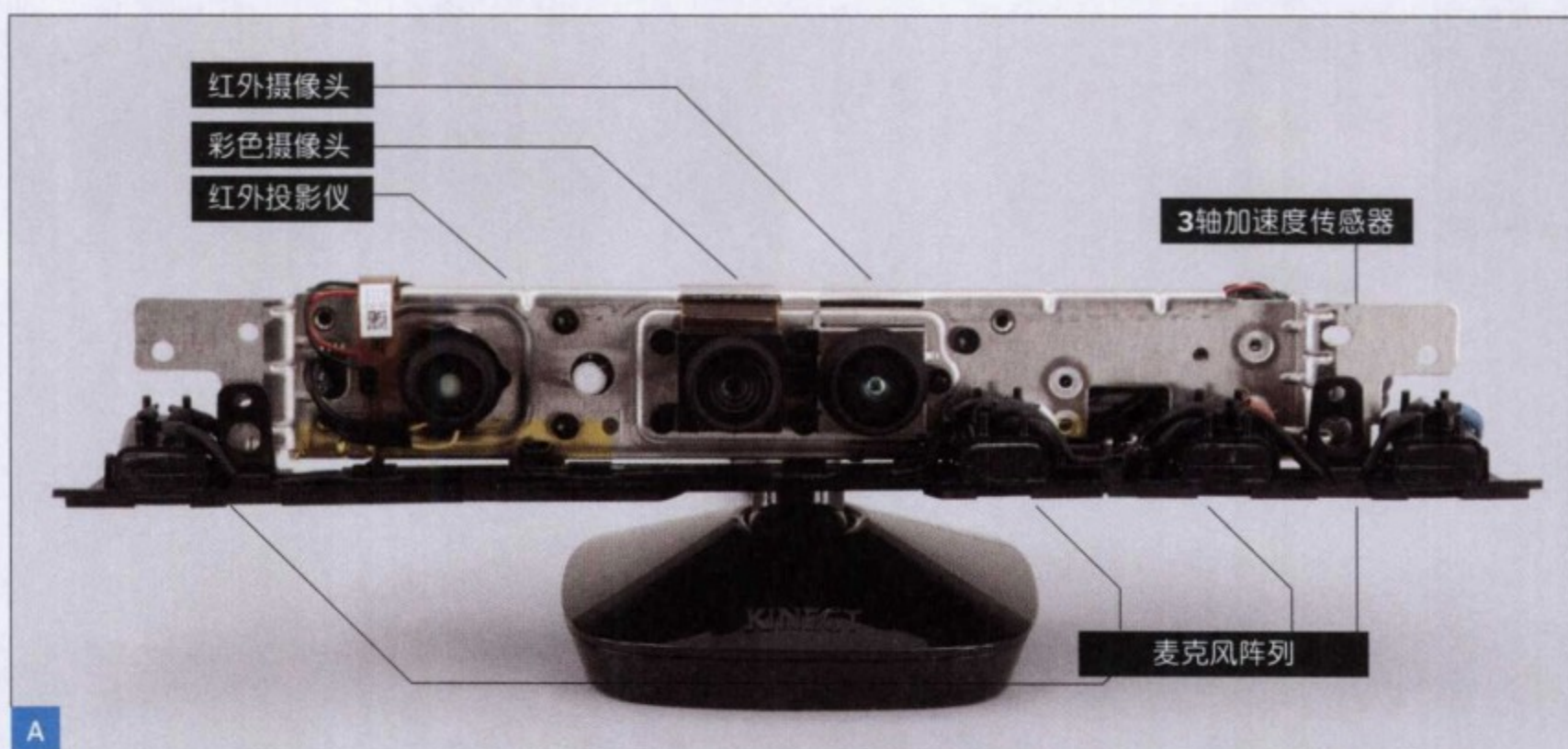
乔西亚·布莱克 (@joshblake) 是一位集成工程师（开发工程师兼UX设计师），他在开发Kinect、微软的Surface和Windows 7的触摸屏等自然用户界面（NUI）方面有着丰富的经验。他成立了一个开源Kinect社区，同时他也是华盛顿特区的InfoStrat高级技术研究组 nui.joshland.org 的技术总监。

本文的部分内容摘自作者即将出版的书《用.NET开发自然用户界面》。



✦ 一个强大的系统

实习工程师艾瑞克·楚在《爱上制作》英文版实验室展示作者的Kinect天气预报板。



在元件方面（见图A），Kinect上集成了好几种传感器：一个全彩色（RGB）的摄像头和一个红外的摄像头，每个摄像头都能以30帧每秒的速率采集 640×480 分辨率的图像，一个麦克风阵列可以将声音中的背景噪声滤除，还有一个3轴的加速度传感器，可以检测Kinect是否在水平位置。

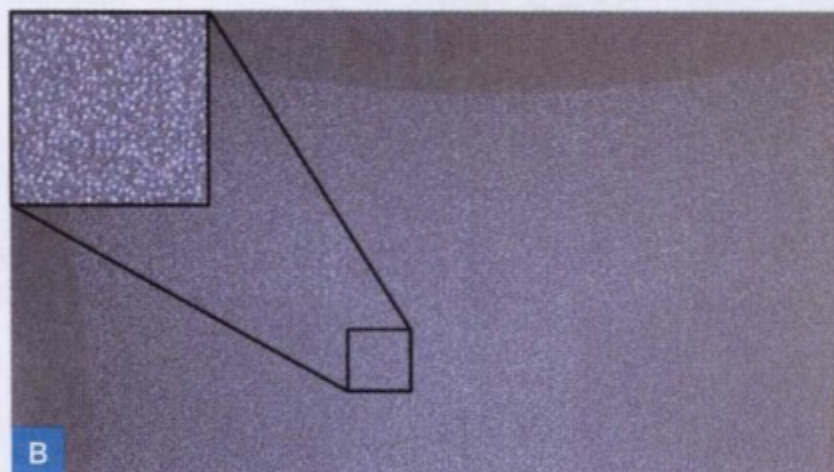
除了这些传感器之外，还有一个电机，可以调节Kinect的上下倾斜。同时还有一个激光红外投影仪，可以在前方通过栅格衍射出斑点图案（见图B）。在电源方面，Kinect使用12V的电源，电流需求是1.08A，也就是说它可以插在墙电上，也可以用电池供电，比如8节5号电池组成的电池组。

Z平面和人体结构

红外投影仪和红外摄像头是这个奇妙事物的发端。这里给大家简单解释一下。

红外激光斑点图上每一组点都是独一无二的，可以被红外图像处理器识别，即使是被图案的其他部分扭曲了或是掩盖了也是如此。红外投影仪和红外摄像头在物理上是分开的，它位于红外摄像头的视野中心左方大概5英寸的地方。这样Kinect就可以根据每组点的偏离和三角关系计算出距离深度值来（见图C）。

从摄像头看来，斑点图上每个点如果从更近的表面反射回来的时候，都会向右



材料

Xbox 360 Kinect零售包，价格150美元，包括了Kinect传感器的电源，这个电源在Kinect连接计算机的时候需要用到。

“带Kinect的Xbox控制器”这个销售包里面没有这个电源，但是如果你已经买了销售包，可以单独买这个电源，价格是35美元。

工具

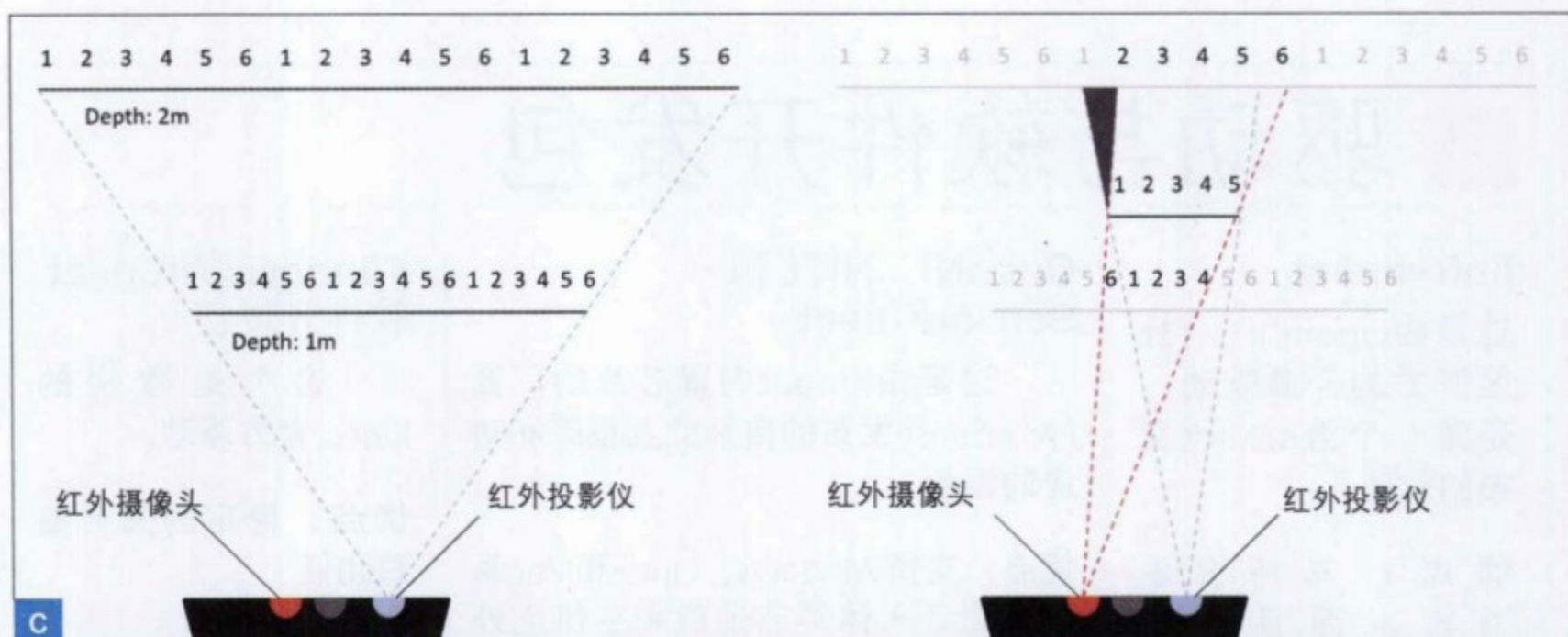
运行Windows 7的计算机，最好是双核2.66GHz或者更快的，另外要Windows 7兼容且支持DirectX 9.0c的显卡，还有2GB的内存（推荐使用4GB）。

如果没有Windows 7系统，这里描述的一切也可以通过Kinect的其他驱动完成，但是大家需要将样例代码转换成自己的编程语言和自己选用的SDK。

编译器和集成开发环境软件，可以用微软的Visual Studio 2010Express版本（免费的），也可以用2010的其他版本。

Kinect开发软件，可以用微软的Kinect Windows SDK（免费的），或者用libfreenect或者OpenNI的代码库（前者是免费的，后者是开源的）。

如果你还想用SDK做一些额外的开发或者试试Kinect的音频功能，可以看看Kinect SDK的说明文件，那里提到了需要安装的其他软件。



偏——这个和汽车头灯在接近反射面的时候的反射情况相似。

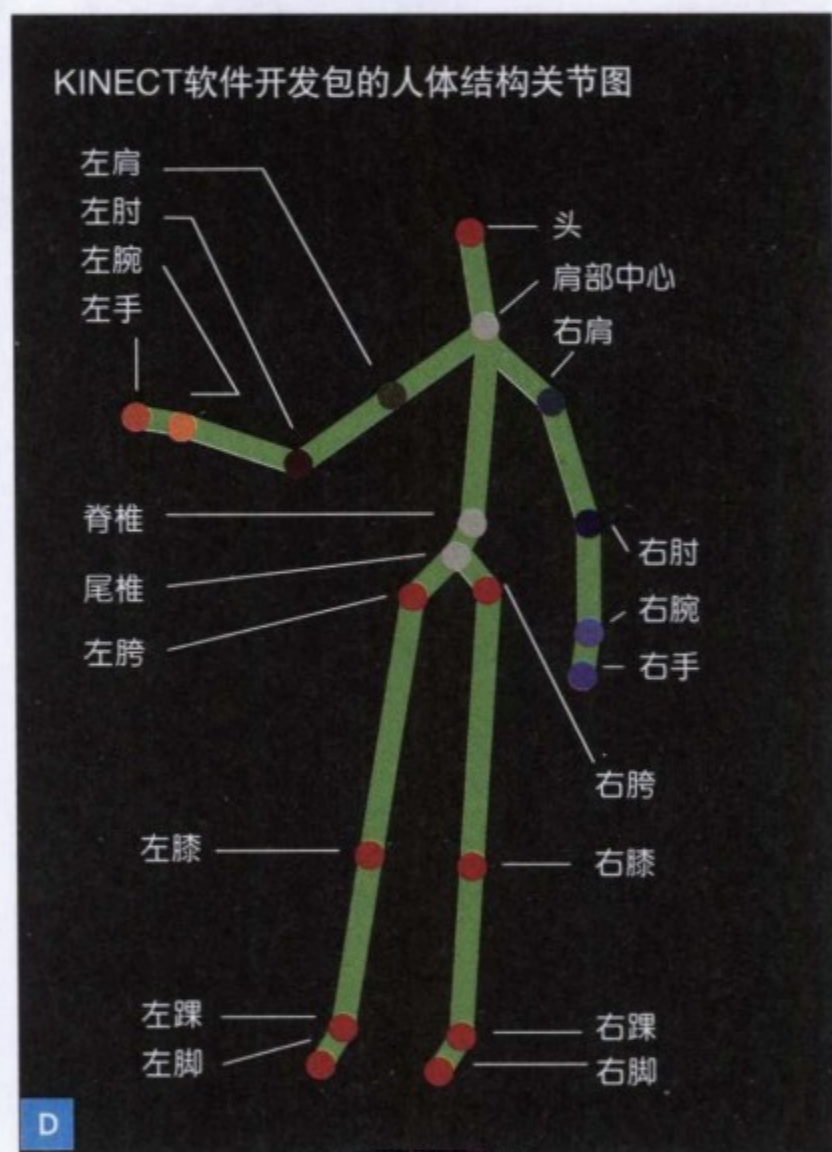
图C举了一个横向条纹的例子，用数字1~6代表各个点的亮度。在视野内的一个部分看到的是从1m外反射回来的6-1-2-3-4，而从2m外反射回来读到的就是2-3-4-5-6。大家注意描黑了的三角形，在红外摄像头看来，这个区域就是投影仪下物体的影子区域。Kinect去除了插值是无法获取到这些部件的深度信息的，而插值就可能导致不准确的结果。

Kinect利用每一个点的位移得出深度信息，然后通过USB电缆传到Xbox 360或者计算机上。深度图像中的每个像素都代表离摄像头平面的距离，精确到毫米。

另外，在Xbox 360和计算机上，有高级软件通过复杂程序从深度图像中进行人像识别，同时标定出人体结构中超过20个的关节节点（见图D）。这个深度图像和节点可以和彩色摄像头过来的图像一起提供给软件开发者。这些图像是镜像之后的，因此当你对着Kinect和显示器的时候，左手会出现在图像中的左边。

Kinect破解准备

商业的Kinect游戏是用Xbox开发套件完成的，这个软件只对签署了Xbox发布协议的游戏工作室开放。对于我们其他人来说，目前进入到Kinect内部的最好的办法就是通过USB电缆连接到计算机的Kinect写一个基于Windows系统的客户端软件。



要想让你的计算机可以跟Kinect通信，你需要装一系列的驱动和一个SDK（软件开发包），这个软件开发包定义了各种数据结构，你可以通过你的程序来获取对应的数据。这里有3个选项：libfreenect和OpenNI，这两个是独立开发的；或者用Kinect的Windows SDK，这是微软最近官方发布的，它们的优缺点全部总结列在下表中。

这篇文章中，我用的是Windows Kinect软件开发包，需要一台安装Windows 7系统的

驱动与软件开发包

libfreenect

这是由OpenKinect社区开发的开源驱动，是第一个为Kinect发布的驱动。

优点：支持很多语言，而且支持Windows、Linux和Mac系统。

缺点：没有内置的人体关节追踪功能。

OpenNI、NITE和SensorKinect

这是由Kinect内置芯片的厂商PrimeSense发布的自然交互框架和对应的驱动。

优点：支持Windows、Linux和Mac系统。除了人体关节追踪和手势之外都是开源的，关节追踪和手势是由NITE提供的闭源组件。

缺点：需要从很多来源安装多个组件，目前没有麦克风阵列和倾斜电机的支持。

Windows的Kinect软件开发包

这个是微软的Kinect官方驱动。

优点：稳定的关节追踪功能

缺点：只支持Windows 7系统。

计算机（下面的工作你选用其他的Kinect驱动也能完成，不过你需要将样例程序移植到你自己的编程语言和对应的SDK上去）。Kinect SDK的beta版有一个非商业使用的授权，而正式的发布版于2012年年初发布。

如果你现在已经安装了libfreenect或者OpenNI，而且你还想安装Kinect SDK的话，必须先将Kinect接上，卸载掉之前的这些驱动。完成这项任务的方法是打开Windows的设备管理器，右键单击“Kinect相机、音频和电机设备”，然后选择“删除驱动程序”，再单击“确定”。接下来启动“安装删除程序”，将其他有着Kinect名字的所有驱动安装包卸载掉。

我们将用两种语言XAML和C#来编写应用程序，XAML是一个基于XML文档语言的Windows界面描绘语言，视觉效果和控制逻辑都是通过它完成的。要定义界面元素的行为并做成面向对象的效果，就需要在用C#（拼读为see-sharp）写类的时候定义为“code-behind”，C#语言的语法和用来编写微软.NET程序的C++语言很类似。

为了完成这个应用程序，我们还将使用微软Visual Studio 2010 Express，这是微软Visual Studio 2010的免费版本，是一个支持C#、XAML、Visual Basic、.NET以及其他语言的一个开发环境（如果你有完整版本的Visual Studio，当然也可以用它来开发）。

开始之前，先从microsoft.com/express/downloads下载微软Visual Studio 2010 Express，从kinectforwindows.org下载Kinect SDK Beta 2版本。根据你安装的Windows 7系统的情况选择使用32位的或是64位的版本。如果你不确定你的系统版本，单击“开始”菜单，然后右键单击“我的电脑”，选择“属性”，看看系统类型一行是否写着64位。如果你还想做一些语音识别的程序，还需要安装一些别的组件，但是现在我们需要的已经够了。

制作一个Kinect 天气预报板

用深度数据（包括了游戏者序号）来替换物体背后的背景，无需绿色屏幕。

这个程序可以将物体背后的视频背景替换成天气预报图，电视上的天气预报员用的是绿色屏幕——我们用Kinect，不需要绿色屏幕了。大家可以很容易地使用这项技术将背景改变成其他的背景，以适应不同的用途。

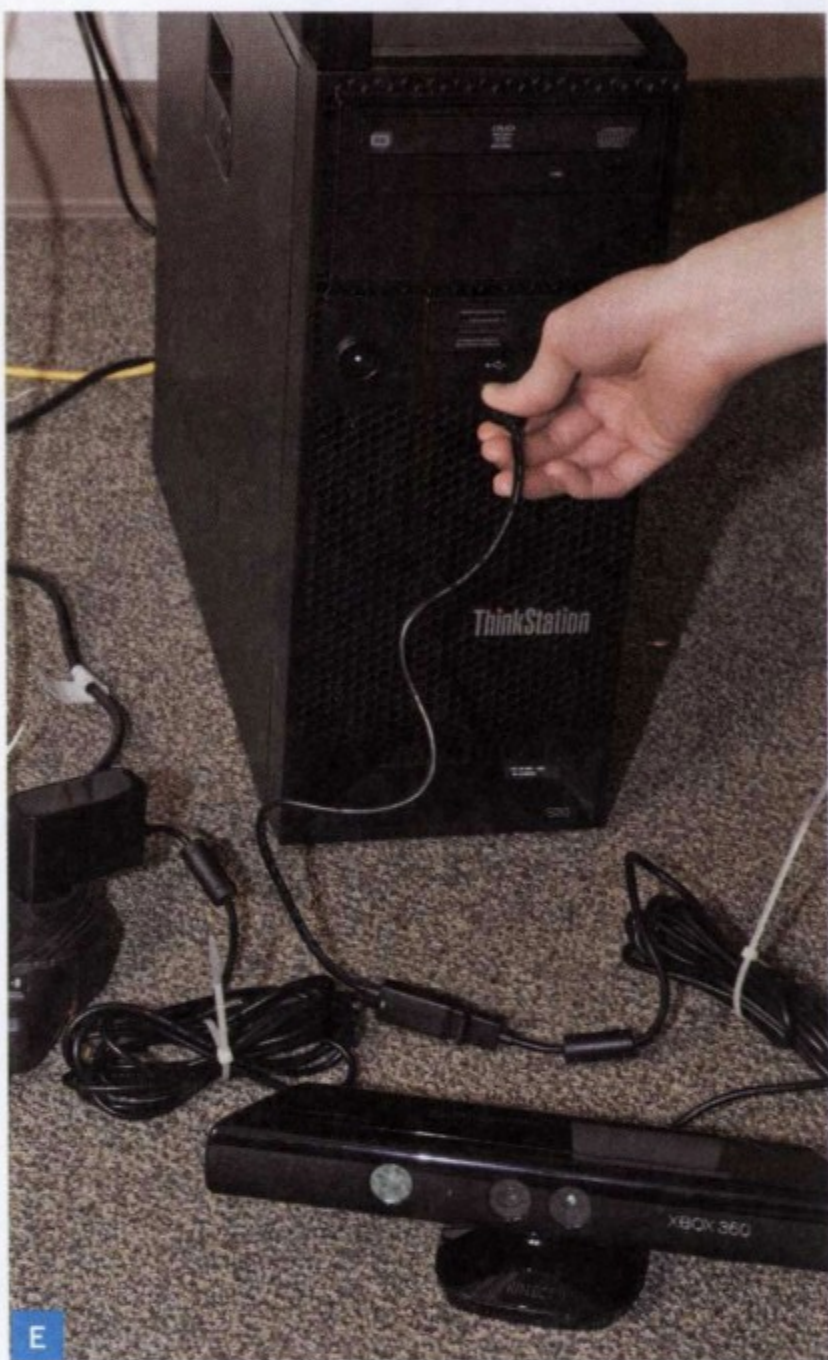
1. 从Kinect获取图像和深度数据

首先我们需要从Kinect获取数据。将Kinect的USB口连接到计算机上，将其电源连接到电源插座上（见图E）。如果SDK安装没问题，Kinect上的LED灯就会闪烁了，应当有Windows的提示弹出，告诉你Kinect设备已经准备就绪了。

要想验证Kinect和PC是否通信正常，点击“开始”菜单，在微软Kinect 1.0 Beta2 SDK目录下，运行SkeletalViewer样例程序或者ShapeGame样例程序。在“开始”菜单的同样的目录下有这些样例程序的源代码的zip压缩包。

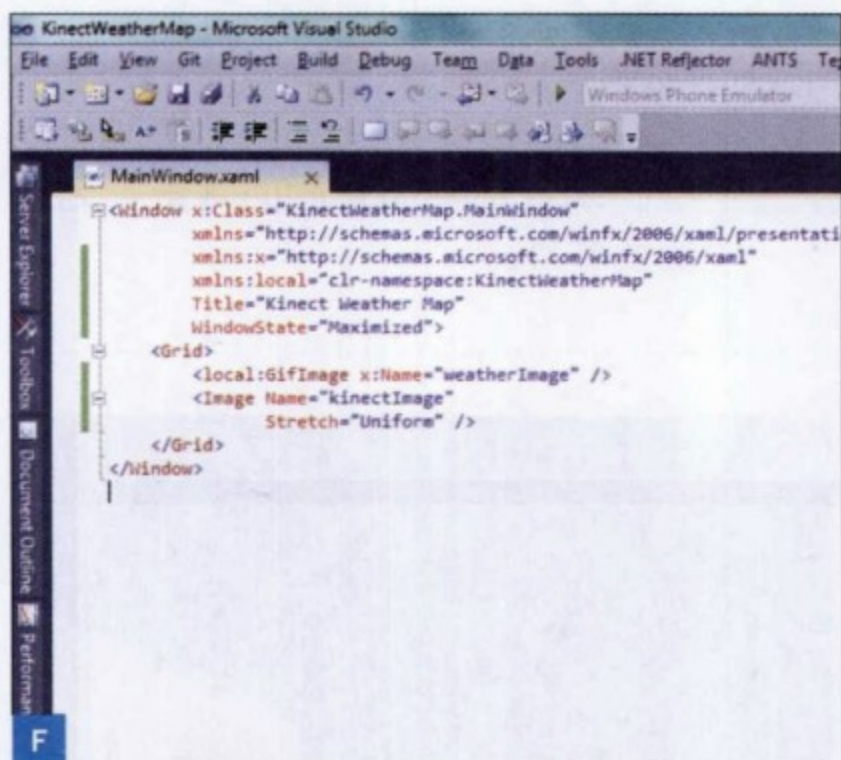
要创建工程，先启动集成开发环境（不管是Visual Studio 2010 Express还是Visual Studio 2010都可以），选择“文件→新建→项目”，接下来选择“WPF程序工程模板”，模板在“Visual C#→Windows下面”（WPF，或者成为Windows Presentation Foundation，是兼容XAML元素和C#的code-behind的交互框架）。在工程名称上填写“KinectWeatherMap”，如果不喜欢默认目录再重新选一个目录，然后点击“确定”。这样就创建了一个空白的WPF程序。

要想让你的程序访问Kinect的SDK，需要先找到Solution Explorer（或者可以在视图菜单下选择），右键单击“参考”，然后单击“添加参考”。单击跳出窗口中的“.NET选项卡”，找出“Microsoft.Research.Kinect”，然



后单击确定（单击“组件名称”可以按照名称来排序，这样可以更快地找到“Microsoft.Research.Kinect”）。现在我们可以写一些代码了。

双击“MainWindow.xaml”，这是一个自动生成的XAML代码，对应运行程序后打开的第一个窗口。这个文件定义了这个窗口中将由哪些显示和控制，同时也定义了code-behind类中的使用的名称。这个文件已经包括了一个Windows标签和一个Grid标签，我们还需要增加两个Image标签定义Kinect摄像头图像的外框和背景的天气图（见图F）。为



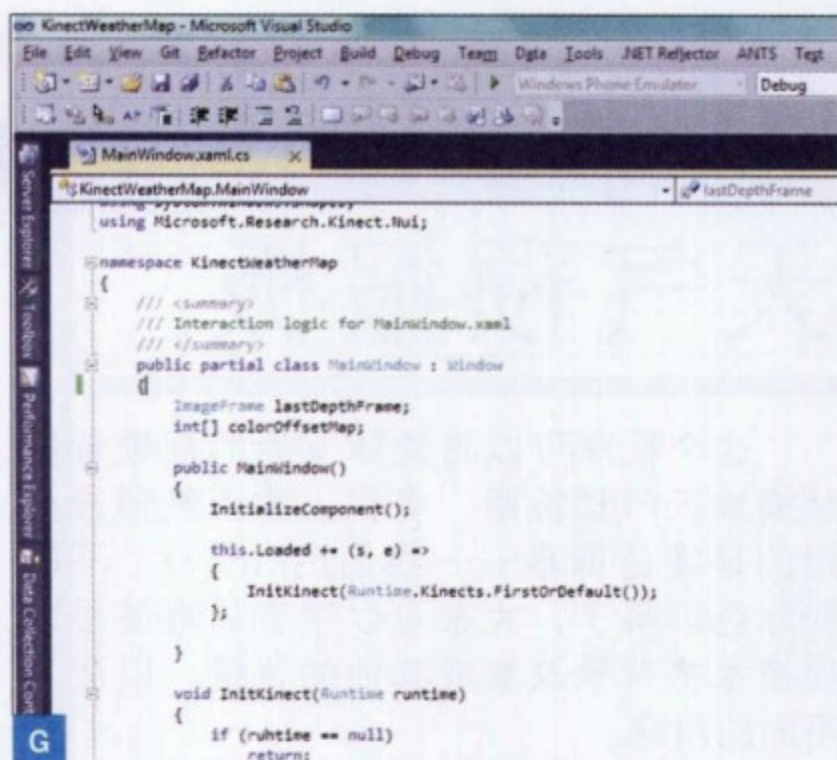
了完成这个任务，我们需要将MainWindows.xaml文件内容替换为：

```

<Window x:Class="KinectWeatherMap.
↳ MainWindow"
        xmlns="http://schemas.microsoft.com/
↳ winfx/2006/xaml/presentation"
        xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/
↳ winfx/2006/xaml"
        xmlns:local="clr-
↳ namespace:KinectWeatherMap"
        Title="Kinect Weather Map"
        WindowState="Maximized">
    <Grid>
        <local:GifImage x:Name="weatherImage"/>
        <Image Name="kinectImage"
                Stretch="Uniform" />
    </Grid>
</Window>
    
```

这个GifImage的标签意味着我们的控制支持GIF动画，这和我们在天气预报服务中用的是一样的。大家还可以在makeprojects.com/v/29找到GifImage类的代码和本项目的所有其他代码，以及未来Kinect SDK的升级文件。这篇文章里面，我们扩充功能的时候涉及代码函数的多个版本，因此记得在各个步骤的时候标记好正确的版本号。

在Solution Explorer上右键单击“KinectWeatherMap”，增加一个新的GifImage类，然后单击“添加→类”，取名为GifImage.cs，然后用以上网址中获取的



GifImage.cs中的代码覆盖文件内容。

处理C#类、XAML的code-behind的时候，打开集成开发环境中的Solution Explorer面板，然后单击MainWindow.xaml旁边的小三角，双击MainWindow.xaml.cs。现在我们可以看到code-behind文件，可以编写一些代码与Kinect交互了（见图G）。为了告诉编译器到哪里去找代码中使用的类的声明，我们做如下声明：

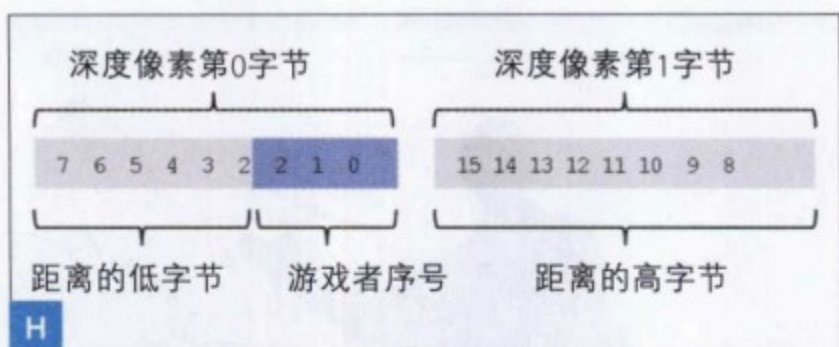
```
using Microsoft.Research.Kinect.Nui;
```

在using声明下面，MainWindow类定义的中间，构建函数的前面，添加以下字段，用来存储最近一张深度图像以及彩色位移图像，位移图像可以将红外摄像头的深度图像的像素位置和彩色摄像头的像素位置对应起来。

```
ImageFrame lastDepthFrame;
int[] colorOffsetMap;
```

在构建函数里面，添加如下代码，这段代码将调用InitKinect函数（我们下面还会添加）来初始化第一个插入的Kinect。如果没有Kinect接入，这段代码将不会起到任何作用。

```
this.Loaded += (s, e) =>
{
```

```
InitKinect(Runtime.Kinects.↓
↪FirstOrDefault());
};
```

在 *MainWindow.xaml.cs* 的构造函数里面，添加函数 *InitKinect*, *runtime_DepthFrameReady*, *runtime_VideoFrameReady* 和 *runtime_SkeletonFrameReady*，然后从 makeprojects.com/v/29 那里将代码复制过去。*InitKinect* 将 Kinect 进行配置，给我们发送数据，并建立了一个 *colorOffsetMap* 的矩阵供我们之后使用。另外3个是事件处理，当 Kinect 发现新的深度数据、RGB 数据或者人体结构数据的时候就会分别调用。

现在可以尝试按 F5 或者选择“调试→开始调试”来运行程序了。大家应该能看到一个窗口，不断地从 Kinect 中获取到彩色图像。你好，世界！我们还同时在 *lastDepthFrame* 这个字段里面存储深度图像，以做后续的处理。

2. 移除背景

深度图像为每个像素提供了两个值：离 Kinect 摄像头屏幕的距离（单位为 m）以及游

戏者序号，表明在有游戏者的情况下这个像素的归属。游戏者序号为 0~6，0 表示没有游戏者（全部是背景或者家具），1~6 则分别描述场景里的人。在这个程序中，深度图像中 76 800 (320*240) 个像素中每一个都包含两个字节，包括了深度数据和游戏者序号（见图 H）。

要移除背景，我们需利用游戏者序号来做一些图像处理的工作。我们创建了一个新的图像来代表前景，开始设为透明的，然后每个深度图像的像素都历遍一下。如果这个像素的游戏者序号不是 0，我们就将彩色图像中的像素复制到前景图中去。由于我们同时从红外摄像头和彩色摄像头中获取图像，我们需要将两组稍有不同的坐标相互转化一下，我们用的就是在构造函数中就建立了的 *colorOffsetMap* 矩阵。这一切都是在我们早先创建的 *runtime_VideoFrameReady* 函数中完成的。从 makeprojects.com/v/29 中“移除背景”版的代码中将对应的部分复制粘贴到项目代码中去。

我们仅仅用了游戏者序号，但是如果你也想将图像中的深度数据提取出来，也可以在函数的 for 循环中，定义了 *depthIndex* 变量之后，加入下面几行代码：

```
short depth = (short)
((depthBytes[depthIndex] >> 3) |
(depthBytes[depthIndex + 1] << 5));
```

现在可以编译并运行程序了。你会看到计算机上显示一个空的白色背景，直到当有人至少腰部以上进入了 Kinect 的视野中。当这种情况发生的时候，Kinect 追踪到的人体位置的像素中的游戏者序号就变成非 0 值，代码会将彩色图像的像素复制过去，这样你就看到了一个只有人体，而没有背景的图像（见图 I）。

你可能注意到这种切割方式和彩色图像并不总是匹配好的，在你快速运动的时候尤其如此。这种毛刺部分是因为有噪声，部分是因为彩色图像和深度图像的传输速率并不完全一致，还有部分的原因是我们的代码是为了学习而简化了，没有为速度进行优化。

目前还有好几种技术供我们这些二次开发者选用，可以加速程序的运行，利用时标信号来铜鼓彩色图像和深度图像。

3. 追踪人体结构并增加天气图

最后我们需要将天气图放到背景里面，然后可以用简单的动作来切换。要识别动作，我们就需要用到Kinect的人体结构追踪数据了。

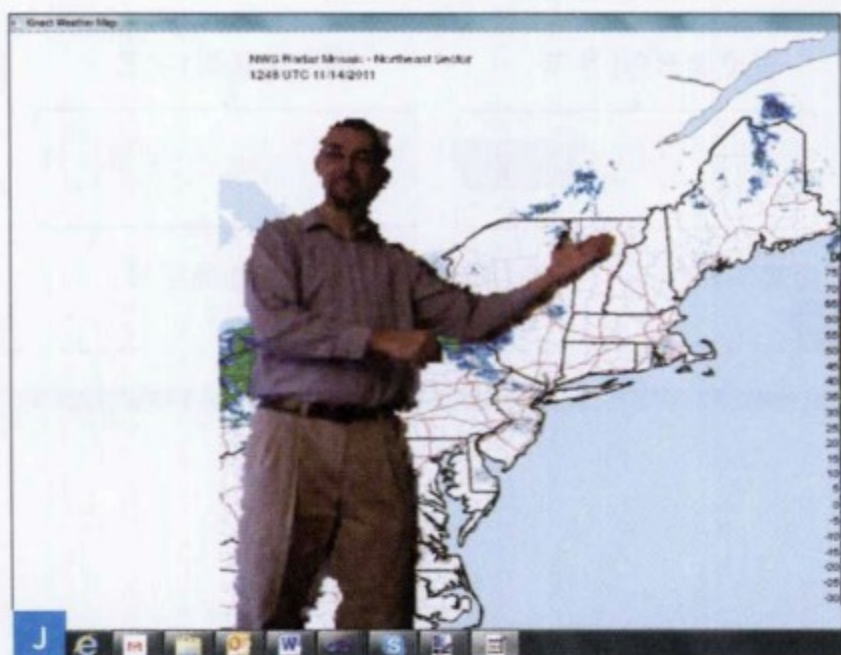
哪种动作呢？天气预报员切换背景天气图通常是走过屏幕，然后转过来站到另一面。要检测这种动作，我们需要检查两个条件：肩部中心在图像的哪一侧，还有到底左肩和右肩哪一边更靠近相机。如果这两个状态和前一个时刻相比都变了，我们就认为用户已经完成了走过去然后转身这个动作了，我们就可以切换背景图像了。我们会检查这个转身动作，保证用户刚走到天气图的边缘的时候不切换。

要增加这个功能，我们首先要在MainWindow这个类的顶上加入如下的一些字段：

```
int currentBackground = -1;
List<string> bgImages = new List<string>();
bool isPoseLeft = false;
bool isPoseRight = false;
```

要获得天气图，需要在MainWindow构造函数中，调用InitializeComponent()函数之后增加如下代码。大家可以将链接到其他动画GIF图的链接更换成链接到全国天气预报服务的动画上去：

```
bgImages.Add("http://radar.weather.gov/↵ridge/Conus/Loop/NatLoop_Small.gif");
bgImages.Add("http://radar.weather.gov/↵ridge/Conus/Loop/southeast_loop.gif");
bgImages.Add("http://radar.weather.gov/↵ridge/Conus/Loop/northeast_loop.gif");
bgImages.Add("http://radar.weather.gov/↵ridge/Conus/Loop/pacnorthwest_loop.gif");
bgImages.Add("http://radar.weather.gov/↵ridge/Conus/Loop/pacsouthwest_loop.gif");
CycleBackground();
```



现在可以根据makeprojects.com/v/29“跟踪人体结构”版本的代码来更新runtime_SkeletonFrameReady函数了，然后再添加一个新的CycleBackground()函数，可以在每次检测到转身动作的时候更换背景图像。这个代码将找到最靠近Kinect的人体结构，然后用肩部位置来检查用户是朝左还是朝右，如果这个朝向变化了，将调用CycleBackground放上一个新的自动下载下来的背景图像。

现在可以站起来，用你最优美的声音在天气图的背景下描述并做手势了。如果想改变图像，可以走到另一头转过身就可以了。

恭喜，现在你就完成了对Kinect的破解了！该是向你的朋友们展示的时候了，看看还能激发出什么新思路来。

✚ 查看有关项目代码、Kinect天气预报破解的视频以及其他的资源，访问makeprojects.com/v/29。

更多有趣的 Kinect破解

这里还有一些很好的Kinect破解项目，相关的链接都在makeprojects.com/v/29上。

光剑对战。这个Kinect绝地战士是一个握着玩具光剑的机器人，可以和人类对手进行光剑对战。

物体扫描。Kinect可以将带转化的物体扫描为3D图像，用于设计、动画以及3D打印。Kinect旋转3D扫描仪可以将小物体放在一个小转台上，然后扫描下来。而Kinect 3D物体与人物扫描仪则用手持的扫描器可以将大型的物体扫描下来。

直升机。这是一个YouTube上的热点，美国加利福尼亚州大学伯克利分校的四电机项目将Kinect放到了艾森德科技公司的Pelican航模直升机上，让它可以坐在室内根据编码好的标志自动地行驶，避开障碍。乔纳森·奥克斯用了一个独立的Kinect来控制ARDrone Parrot直升机，用的是简单的训狗手势。

助力科技（见顶图）这个导航项目（为盲人进行导航）将一个Kinect装到头盔上，用耳机和震动腰带来帮助盲人指引方向，避开障碍。它通过音频消息（“前方有门”、“3”、“2”、“1”、“请开门”）和腰带不同位置的震动完整这个任务。

“少数派报告”（见下图）和Kinect的少数派报告软件通信，让在



电影《少数派报告》中的交互再现，人们用手和手臂的移动来在一墙的大量数据中导航。这个Kiwibank交互墙可以让用户通过手臂挥动翅膀的运动飞跃模拟空间。

桌面计算机模拟。Kinect的矫正都市模型可以用于在一个全屏幕的计算机上搭建都市，模拟出一天中不同时刻的建筑物的影子形状。

电动休息椅。软糖这个Kinect可行驶休息椅可以让用户舒服地坐着休息的同时，靠着简单的手势四处闲逛。☑



你能做到

4美元的热气球

飞啊，飞啊，它带着胶带和塑料罩布飞走了。

杰西·布伦伯格



1978年的一个6月的下午，绝大部分的孩子都在忙着进行体育运动或者在想办法偷老爸的汽车钥匙，而我却在准备我个人的堂吉诃德装备之一，它是利用手头的废物制成的，正准备进行首次航行。我的一个有些书生气的好朋友当时在协助我，我把火炉点上火，然后慢慢而小心地为一个巨型的气球充气。这个气球是我用塑料罩布、胶带和衣服架子制成的。

塑料外罩的表面开始摸上去有点暖和了，而且我能感觉到挂在气球底座框架上的拉绳上有些向上的力。我的朋友和我轮流将这个巨大的气球稳定在烟囱上，并高兴地将刚过去的学期里面的旧考试题和纸张扔进去当燃料。再过了1分钟，气球摸起来很暖和了，我能感觉到向上的浮力了。我不清楚气

球顶部会有多热，而且也不想碰运气去触摸，于是我松开绳子将它放走了。

这个气球大概上升到烟囱之上10英尺的地方，然后在那里停了一下，似乎在理解这自由，然后螺旋着向天空加速飞去了。让我吃惊的是，这个气球一直爬升到树顶100英尺的地方，然后又爬到了200英尺的高空，不断地飞啊飞。先是飞出了我家的院子，然后飞出了周边的街区，最后飞越过山林看不见了。

我们很高兴，父亲只是稍稍责骂了我们的不负责任，而母亲则对家里东西——“工程材料”的消失有所质问。

我们接着放飞了更多的气球（拴着放的），其中一个甚至带着半磅重的相机升空了。多年以后，我和我的儿子一起放飞了一



个市场上买到的热气球。虽然这些市场上买到的热气球看起来更漂亮，但是论起飞行效果来说还是比不上我们当时的自制版本。为了让各位读者能感受到那种看到自己制作的不同寻常的东西成功而带来的兴奋，我在这里给大家介绍用风筝线的价钱就能完成的制作项目。

指标

我最先的气球使用两个9英尺×12英尺、厚0.7mil的塑料罩布做成的，12英尺的边缝在一起做成圆柱。做完的罩子能容纳大概230立方英尺（6.5立方米）的体积，重量为15盎司（425g），充分加热后能负载一定的重量。如果没有负载，这些气球的升力很大，可以很快地爬升到很高的高度，最后会因为气体冷却而降落。

这里给大家介绍的单罩布气球大概能容纳75立方英尺（2.1立方米）的空间，重量为8盎司（227g），当加热到塑料外罩的安全体积的时候，能额外提供4盎司（113g）的升力。这些小气球的飞行距离较短，但是控制起来比较容易。

1. 制作气球外罩

将这个罩布放在光滑而干净的地板上，将一张纸板或者蜡纸（分隔板）放在罩布的顶上，沿着中线，平行于9英尺的边放下来。

将9英尺的边折起来，在中间的隔离器上空相对（见图A）。大家会发现一个诀窍，先在中间铺一层胶带，黏面朝上然后将9英尺的边拉起来在胶带上相对，这样这个边会比较平整。

将这两个边黏起来，这样就形成了一个9英尺长的圆柱，尽量让胶带在两边都分布均匀（见图B）。出了状况的地方可以一会再用胶布黏好。现在可以将分隔板拿开了。

2. 封闭顶端

在一头，将塑料罩布尽量平均地每1/8的地方取一个点汇集起来，绞紧，长度留个几英寸，然后用胶带、一些绞结或者扎带牢牢固定住（见图C）。

材料

气球需要

油漆罩布，0.7mil厚的塑料，大小为9英尺×12英尺（3m×4m）

柳条或者小直径的硬质塑料空管，长度为5英尺（1.5m），类似的其他材料也可以

透明胶带，宽度3/4英寸（19mm），1卷，比如Scotch胶带

绝缘胶，几块就够了

多股的轻质棉线，大概要300英尺长（100m），类似的不易融化的系绳线也可以

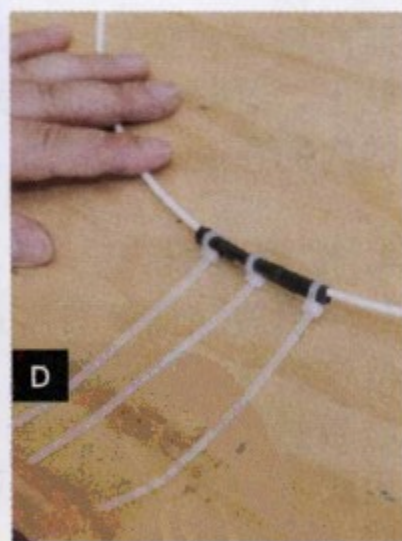
纸板或者蜡纸，在第一步中做分隔板用

火炉需要

壁炉管，铝的或者黑铁的，直径6英寸（150mm），长度几个英尺左右

铝制储热箱，或者用加热管弯头或边角的金属片，用来做火炉

金属滤网，大概6英寸×6英寸，稍微大一点也可以



3. 制作进风口

将管子做成一个直径大概为1 1/2~2英尺的圆环，然后用胶带黏好。处理弹性材料的时候，需要用扎带来加固胶带（见图D）。这个环不要用电线（防止气球最后落在供电线上），也不要使用木销（容易断，然后生刺）。

将柱体的另一端尽量排均匀，然后从外



面向里面包住环，然后每隔几英寸就用胶带黏上，这样就形成了距离气球的底面几英寸的内侧卷边（见图E）。

4. 检查开孔

将气球的开口端放到小风扇前面，为整个气球充气（见图F）。如果找到有孔，就用胶带黏好。将系的绳子绑在这个环上，然后用胶带固定，大家也可以选择用风筝线安装器。■

杰西·布伦伯格是一位有着25年工作经验的机械工程师，毕业于美国雪城大学。他喜欢搭建和制作各种各样的东西，从航模到用引擎驱动的高精度小物件，无所不包。

热源

如果在院子里面做短途测试，电加热枪/脱漆枪能提供足够的能量来加热气球。加热的时候也有助于充气膨胀。其他的热源比如斯特诺罐装冻胶燃料这种组合在一个小烟囱下的燃料，也可以试试。



但是经典的废纸/壁炉对这种气球的加热效果是最好的。大家可以用几英尺长的壁炉管和一个燃烧箱来做一个炉子，燃烧箱的材料可以是铝制储热箱，或者用加热管弯头或边角的金属片。黑铁或者铝是最好的材质，因为镀锌的钢铁在遇到火焰的时候会产生氧化锌的粉尘。这里展示的火炉有一个用废铝皮做的燃烧箱和一个大号的烘干壁，只需10分钟就可以用铆钉固定在一起。



将燃烧箱和管子的底部装在一起，然后在烟囱顶上放一块滤网，防止燃烧的纸片从那里飞出来。

除非你想踩着钢线飞上天，应该不用别人提醒你，加热源不能搬到气球上去。

放飞气球

1. 条件

要想气球在加热的时候可控，风力必须要很小。黎明和黄昏时分通常能满足这些条件，高气压的冬天里晴朗而寒冷的白天也符合要求。如果外面很冷，获得的升力会更大，因为浮力是跟气球里外空气密度差相关的。

2. 找到放飞地点

找一个你能安全而合法点火的放飞地点，公园里的警察们可能会询问你。点火的时候最好旁边放着灭火器，或者至少是一桶水，再放一副皮手套。当你放热气球的时候，要确认周围没有供电线。确认你的火炉放在沙子上或者石头上，不要放在草地和其他可燃物上，然后用砖头或者金属桩按需要进行固定。

3. 绳子

不要尝试去放飞一个没有系绳子的气球。即使在地面一点风也没有，高空总是有风的，而不受控制的热气球能在冷却之前飞走，将落地点不可知。正如我的父亲训斥他的十来岁的孩子一样，这个大气球可能掉在街道的人群中，可能掉在电力设备上，可能掉在屋顶的排气管上，甚至掉在小朋友的头上。就算是砸在花花草草上面，也是不好的。

4. 准备生火

在点火之前先将一段绳子放在地上，然后在火炉几英尺远的地方准备好报纸团，然后在火炉中点火。

尽情享受，玩得愉快！

5. 充气

现在到了有技术含量的环节了。首先用环套空气将气球部分填上空气，然后很快的将气球迅速地放到加热器的顶上，越垂直越好，这个步骤可以由助手协助。气球充满气之前用一个杆子挑着气球顶是有帮助的，而防止塑料罩掉下来离烟囱太近甚至接触到烟囱是至关重要的，一旦碰上或靠近，气球马上就融穿了。用热风枪的时候要不断移动热风枪，加热头远离塑料罩。气球底部出来几个孔总是无法避免的，好在也是无关紧要的。

⚠ 注意：流到气球中心的燃烧气体比边缘的气体还要烫，可能会灼伤我们的面部和肺部。另外注意不要将系的绳子烧断了。

6. 点火与升空

几秒后，气球就要开始充气，然后抬升。在加热的过程中将底环保持在热源的上方，很快就能产生升力了。在罩子的一侧尽量高的位置把手放上去，当一半以上的位置感觉很热的时候，大约是150°F (65°C)，顶部的温度大概到了极限的200°F了。看看系的绳子是否牢固，然后慢慢将绳子松开，让气球从烟囱顶上往上放飞。不断地放线直到气球爬升完毕。

7. 实验

大家可以在气球上加一些负载来做实验，比如加上小相机、高度表等。也可以尝试做不同尺寸和形状的气球。也可以找一些彩色的塑料。拿小电机和锂电池做个小热气球飞艇怎么样？





气垫干湿两用吸尘器

将你的吸尘器改装成像气垫船一样跟在你身后漂移。

比尔·威尔斯

我曾经有过好几个干湿两用吸尘器，但是不管做工怎样，我还是不喜欢这种万向轮的设计。它们总是不能走到我想让它们去清洁的地方去。

最近我必须更换一个坏了的吸尘器，我就看看能否找到一个办法来对新机器的移动性进行提升。这个时候我发现吸尘器排出的空气可能就是解决方案的关键点所在。

我决定让吸尘器自己浮起来，成为一个气垫船。这样它就会沿着地板跟着我走了。下面就是我的实现方法。

1. 将吸尘器装到气垫底板上

我首先在附近的家居店买了一块厚3/4英寸、直径24英寸的中密度纤维盘，然后将新

的吸尘器安装了上去，没有用轮子，而是用几颗1/2英寸的木螺钉将吸尘器固定到了纤维盘的中心。

这个罐子是塑料材质的，螺丝可以很容易穿过底部扎进纤维板里面。不用担心罐子上的孔，这些孔很小，之后很容易修补。

2. 安装气垫软嘴

我用孔锯在纤维盘上切了一个2英寸直径的孔，然后又用了木螺钉将一个2 1/2英寸的通用出尘口装了上去，这个留着连接软嘴。

我将旧的那台吸尘器上的软嘴留着，因此我就用这根软嘴将新吸尘器上的排气口和板子上的接口连起来。这是一根标准的8英尺长，2 1/2英尺直径的干湿两用吸尘器软管。



材料与工具

干湿两用吸尘器。任何一种带独立吸风口的吸尘器都能用，我用的是一个12加仑的Shop-Vac Pro，这是一个五金店销售的标准尺寸。峰值功率为5马力。

原型中等密度纤维盘，直径24英寸，3/4英寸厚。在家居中心的预制三合板区域有卖的。

吸尘器软管，直径2.5英寸。除了你正常吸尘用的软管，还需要一个额外的软管用来连接吸尘器的排气口和气垫板。这是大型吸尘器上带的标准软管，家居中心或者网上都能找到。孔径实际上是2 1/4英寸。

通用排尘口。我用的是rockler.com的一个2 1/2英寸的排尘口，货号为#92031，但是你的软管尺寸可能跟这个不一样。

泡沫材质的带子，最少要1/2英寸厚，1 1/2英寸宽，总长度要80英寸左右。这是用来给气垫做裙边的。这个带子也许从角落里就能找到，我就是从一个废旧的运动操垫子上剪出来的。

钉子，1英寸，大概要36个

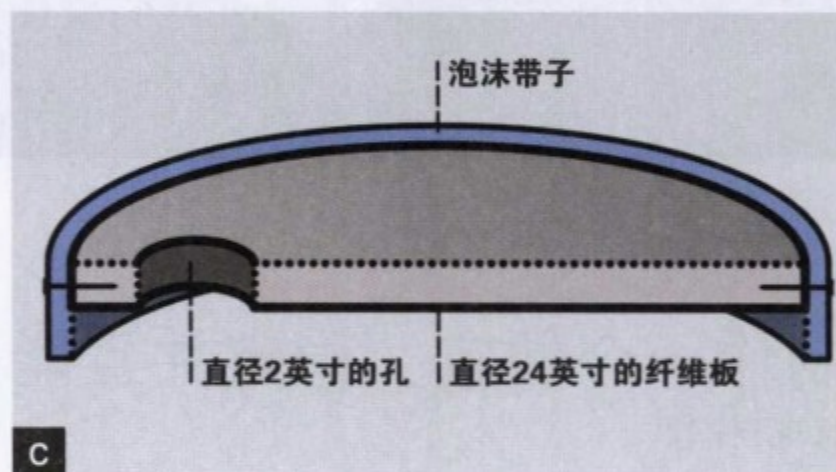
木螺钉，1/2英寸的

孔锯，直径为2英寸，线锯也可以

电钻

锤子

重型剪刀或者手工刀，用于切割泡沫带



我在罐子上绕了两圈，否则需要剪短。这边的软管只用大约2英尺长，如果你要将其剪短，记得用带螺纹的一头连接吸尘器的排气口。

3. 制作气垫裙边

制作并安装裙边是唯一的有挑战的内容。这个裙边需要有足够的力量在吸尘器处于非工作状态的时候支撑吸尘器，而且还要有足够的弹性在吸尘器处于工作状态的时候能形成密封，能容纳空气形成气垫。

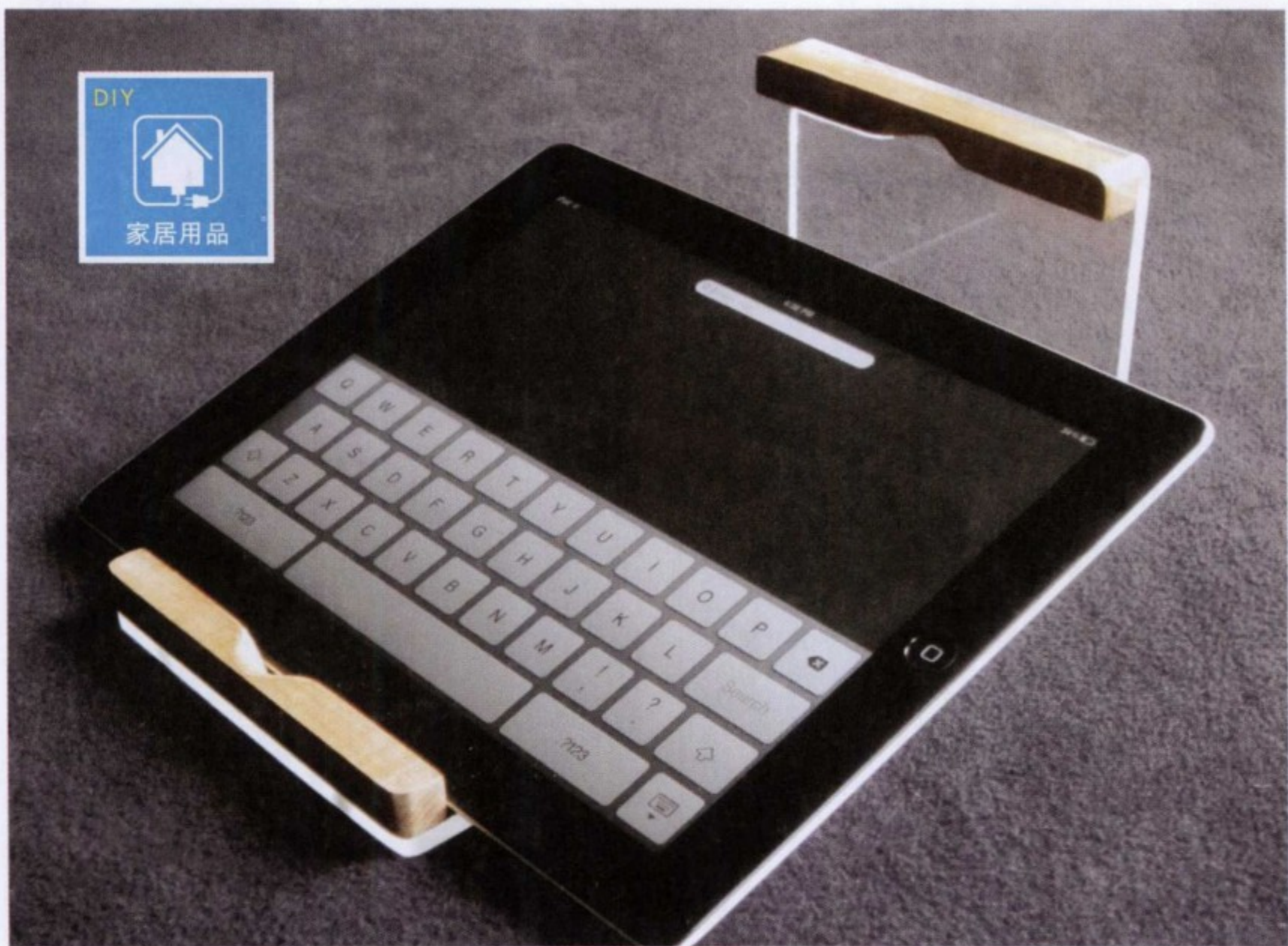
经过一些实验之后，我从一条废旧的1/2英寸的运动操垫上剪了一条1 1/2英寸宽的带子，其他类似的材料应该也可以用。我用了1英寸的平钉，间隔2英寸将这个裙边装了上去（见图B）。其他的小钉子也一样能用，但是长度小于1英寸的不要用。如果这个裙边材料裁剪的时候稍加注意，线条就会比较直，就能形成较好的气垫，进而托起吸尘器。

气垫板和泡沫裙边的切面原理图如图C所示。

开始的时候我还担心由于空气的排出口那边有部分被限制了，可能会影响吸尘器的效果。结果证明这个不是问题，吸力还有通过吸尘器的空气体积和将其转化为气垫吸尘器之前是一样的。

和我希望的一样，限制这个吸尘器可以毫无压力地沿着车库的地板一路跟在我身后漂移了。和大家预计的类似，这个吸尘器在没有地毯的地面上效果最好。过来，我的小气垫船吸尘器。☑

比尔·威尔斯是一位已经退休了的工程师，住在美国华盛顿州的奥林匹亚市。他现在在车库里面做木工活，其中很多作品都刊登在了木工杂志上，其中一项设计还获得了发明专利。



iPad支架

制作一个便宜、稳定并且能多点支撑的iPad支架。

拉瑞·科顿

iPad很好用，但常常需要一个支架。当然现在有无数的支架可供选择，但是总是看起来很单薄或者价格很贵。这里给大家介绍一个又便宜又牢靠还很容易制作的支架。在很多场合可以支撑iPad，也可以支撑iPad2和new iPad。

制作支架

1. 切割两块5英寸x1/2英寸x1/2英寸的木条。在每个木条中间，需要用条锯或者线锯做出一个Home键的孔（见图A~图C）

用Dremel工具盒砂纸（见图D~图F）进行抛光，孔的形状不重要，而且以后可能还要调整。

2. 暂时在亚克力上面保留保护膜，将亚克力切割到所需的大小，并磨边（见图G）。在

材料与工具

亚克力板，无色的或者染色的都行，大小为5英寸×13⁵/₈英寸×1/4英寸，又称为有机玻璃

木条与木块，5英寸×1/2英寸×1/2英寸（2块），
5英寸×2英寸×3/4英寸（1块）

自粘的泡沫板，5英寸×3/4英寸×0.083英寸或者
1/16英寸

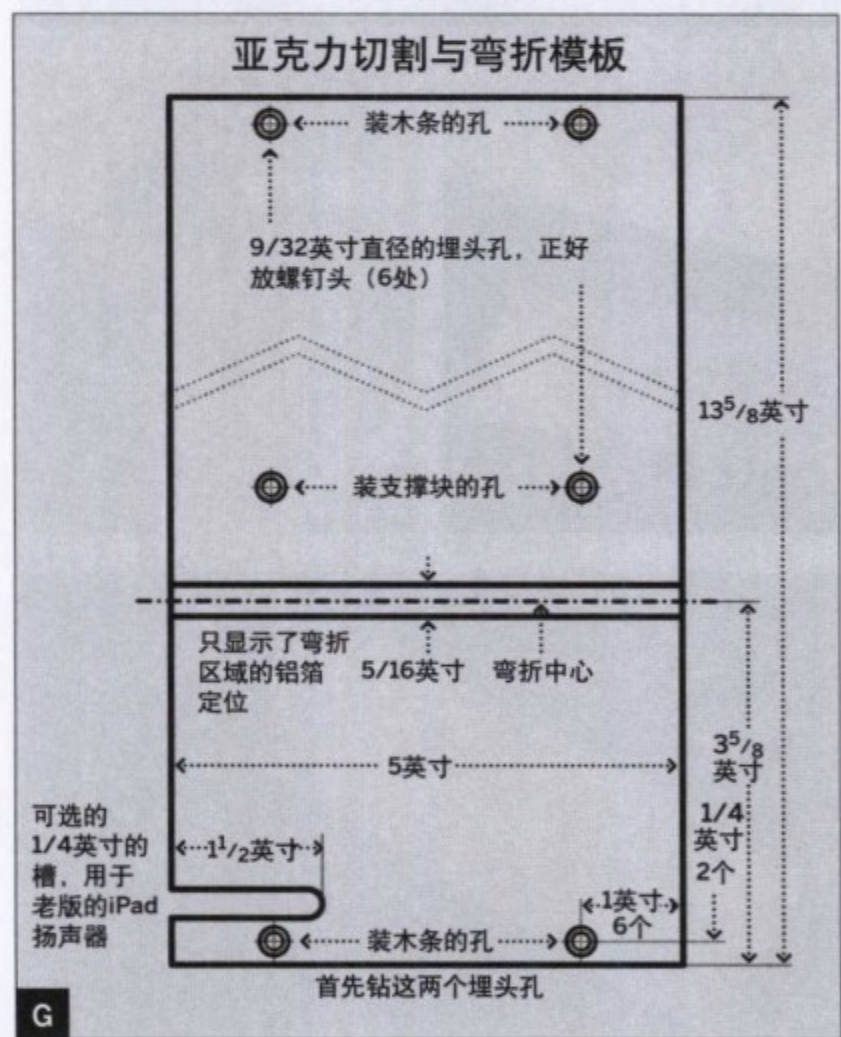
平头木螺钉，#8号×3/4英寸，（6个）

锯子，用于锯木材和亚克力，最好用条锯或者线锯

电钻，1/8英寸的埋头钻头，高速旋转工具，砂纸，
铝箔，毡笔，4英寸×4英寸×6英寸的木料，电
炉，圆砂盘（可选）

亚克力的一边钻两个埋头孔（见图I和图J）。

3. 如果给老版本的iPad用，需要在同一边开一个槽，露出iPad上朝下的扬声器（见



图G、图H），iPad2用的话就不需要这一步骤。

4. 切一段6英寸长的4×4的木材，用作亚克力的90°弯折工具。

5. 在亚克力带螺丝孔的同一端，撕掉两面附着的4英寸的保护膜。

6. 注意亚克力哪一面有埋头孔，将亚克力的两面都包上铝箔。在带埋头孔的一侧用毡笔在铝箔上做个标记。留下一段5/16英寸宽的弯折区域，如模板和图K所示（第126页）。这个铝箔将除了这块弯折区域之外的热挡住。要想得到准确而干净的弯折，可以将铝箔和亚克力边的边平行并垂直，然后用铝箔的直边进行弯折。

7. 用热红了的电炉来给弯折区域加热。将亚克力放在火炉上方1~2英寸的地方，快速上下翻，保证两边均匀受热。这个部件不能在一个地方停住，铝箔不要滑开。

8. 大约30秒之后，在亚克力的短边按一按，看看是不是能变形了。我们希望它能比较容易地弯折，但是也不能过分加热甚至开始起泡了。

9. 当弯折区域软了的时候，将它从热源上拿开，然后快速地（拿着还凉爽的包着铝箔的一端）在4×4的木块上将亚克力弯折好——有标记的一端在外侧——然后等待亚克力冷却。可以将亚克力放到冷水中来加速冷却过程（见图M和图N）。

10. 注意Home键的开孔位置，将一个木板和亚克力的短边平齐放置，并盖过两个螺钉孔。在木头上将两个螺钉孔描下来（见图O），然后用一个1/8英寸的钻头钻到木板基本通透。接下来安上两个螺钉。

如果埋头太深了，这些钉子可能在木板上形成鼓包。如果发生这种情况，要么钻孔的时候直接将木块钻穿，然后将螺丝的两头磨平；要么将螺丝的两头都磨掉一些，然后再将木料装到亚克力上。不能用短螺丝。

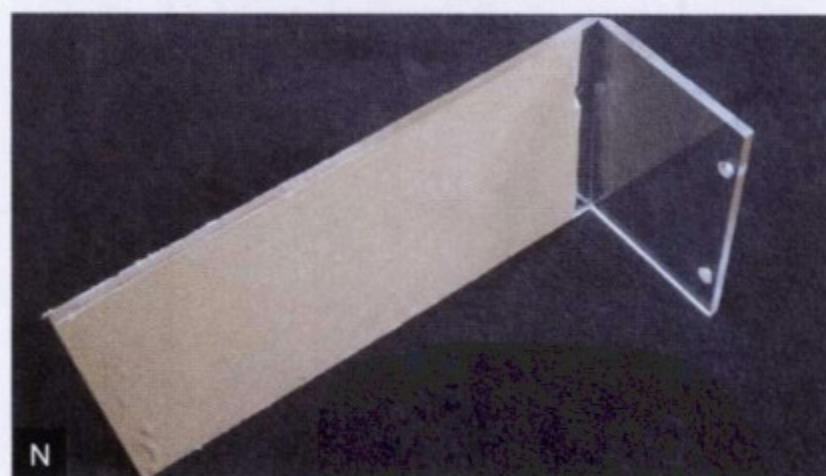
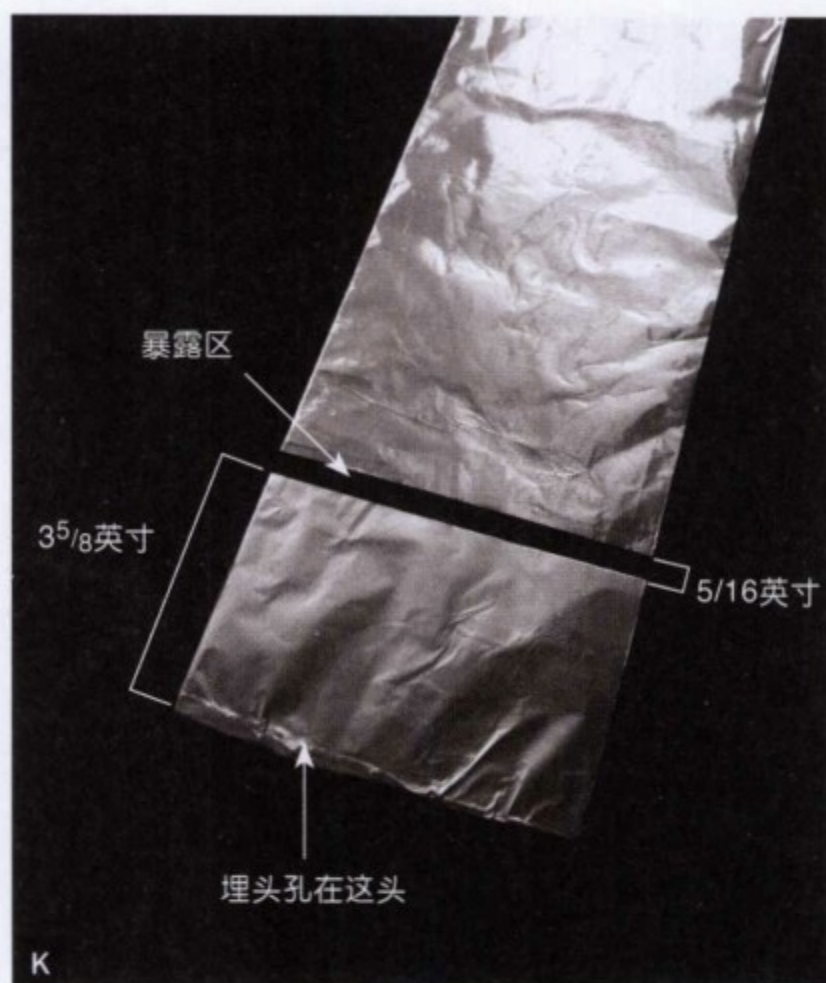
11. 这一步将确认这个支架能兼容新老版本的iPad。让支架立在短腿上，然后将iPad竖着放（坡度较陡），底部用木料卡住。将另一块木料放到iPad顶上，注意开槽的相对位置，然后标记下安装点（见图P）。

12. 将木条装到亚克力上去，步骤和上一根木条一样，然后将多余的亚克力磨平。现在可以轻轻地将支架的四个角打磨圆滑。台式砂磨机的效果就很好。

你的iPad现在可以在竖直方向用了，大角度和小角度都可以。

再加一个木制的支撑块

要想在水平方向上和充电时也能使用iPad，我们还需要加一个木制的支撑块。



1. 切割（最好是用条锯来锯）一块3/4英寸的5英寸×2英寸的木块，然后在一条长边上削到约20°的角（见图Q）。

2. 将iPad以竖直大角度的位置放在支架上，可以从侧边滑进去，也可以用顶上木条夹住，亚克力本身有一定的弹性。

3. 将支撑块滑到对应的位置，削出来的斜面靠着iPad的背面，另一面靠着支架的背面。我们的目标是将支撑块放到苹果商标中心的稍上方一点的位置。如有不合适，再修一修支撑块。

4. 将一个3/4英寸×5英寸的薄而不抗压的黏性泡沫装到斜面上。

5. 重新定位支撑块，在支撑块顶面交汇到亚克力的地方，在亚克力上画一条直线。这条直线和边缘垂直（见图R）。将支撑块去除。

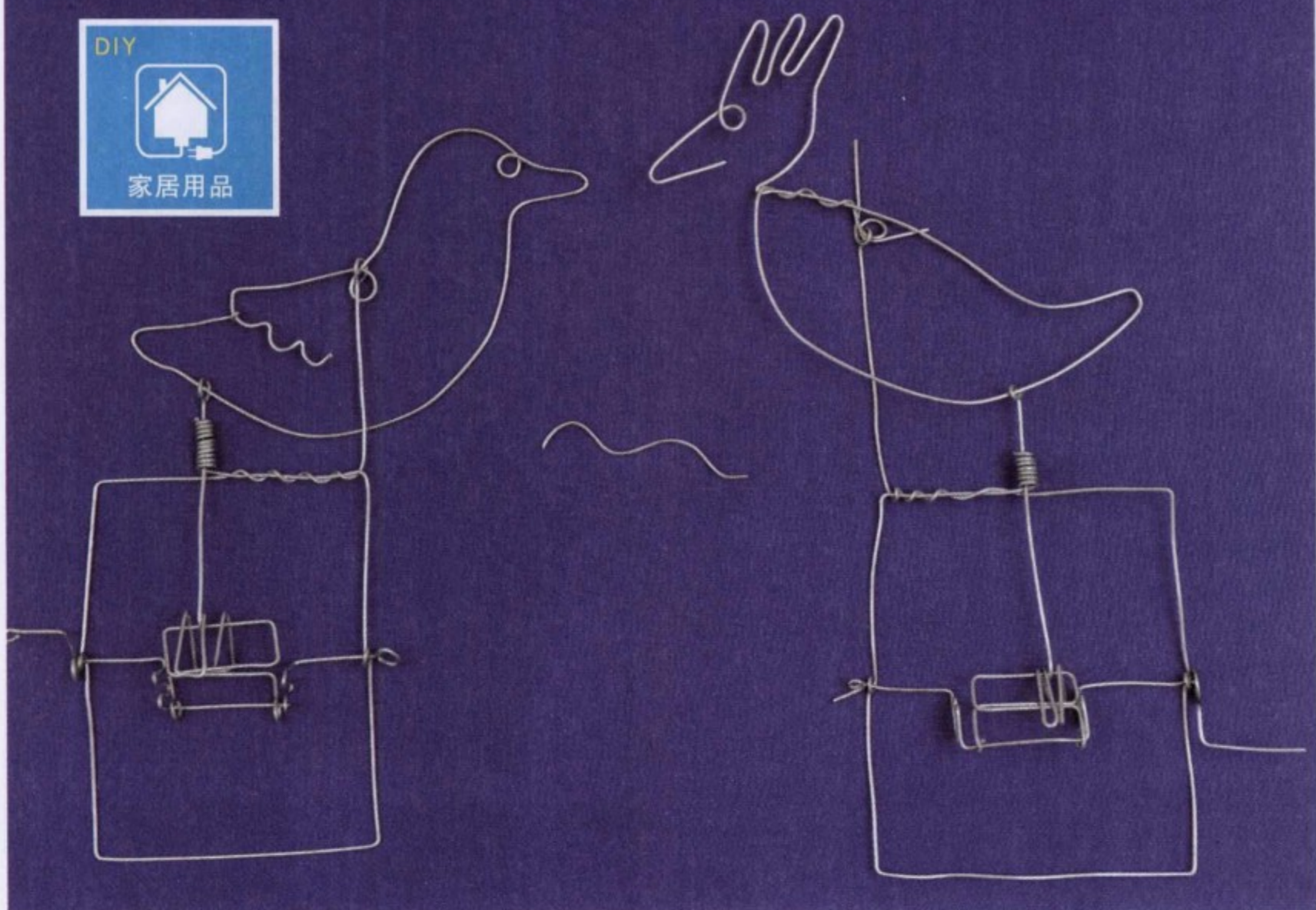
6. 在这条线下方3/8英寸的地方，在亚克力上做标记，然后钻孔，并做两个埋头的安装孔。

7. 再将支撑块滑进刚才的位置，将亚克力的安装孔对好，然后钻两个1/8英寸的孔，孔深大概为1/2英寸。

8. 将木条和亚克力的保护膜撕掉。用油、蜡或者聚氨酯将三块木料打磨，然后再重新组装起来。☑



拉瑞·科顿是一位半退休的电力工具设计师，他也是一位兼职的社区大学数学讲师。他喜欢音乐和乐器，喜欢计算机、鸟类、电子、家居设计，并深爱着他的妻子。



用铁丝弯出来的摇杆玩具

了解这些技巧，将铁丝变成摇头晃脑的玩具。

李·E·阿尔巴夫、马特·枚茨

用铁丝制作东西出来看起来很简单，但实际上难度不小。但是只要学会几个弯铁丝的小技巧，你就能在三维空间里画草图，然后将精巧细致的东西变成大型的机械艺术品，同时还具有运动部件。

和用钢笔在纸上画草图一样，弯铁丝没有什么固定程式，但是还是有些入门技巧的。我们将向大家展示如何用一些简单的工具和普通的铁丝做出弯好的摇杆玩具。同时大家还能学到一些重要的弯折方法和结构，可以自由发挥的时候用上（见图A）。

我们的摇杆玩具由5个部件组成，框架、转轴、活塞、连接杆还有艺术设计。每个部件都是独立的用单独的铁丝完成，但是我们需要按照一定的顺序来制作，这样才能正确地将它们安装到一起。为了使得这个过程

更简单，我们还做了一个模板来指导这个过程。大家可以到makeprojects.com/v/29下载这个模板，然后利用这个模板和上面的照片作为参考。

1. 制作框架

量取大概24英寸的铁丝，先在框架上面做一个螺旋的圆柱线圈。将铁丝绕着钳子的一个嘴绕圈（尖嘴钳最好），然后弯成一个线圈，接下来往外退圈（见图B）。

绕着模板走铁丝，然后用钳子夹住铁丝，将其弯出一个直角来。

要想做连续的环，可以在环的预想位置上用钳子尖嘴夹住铁丝，然后接着绕（见图C）。



材料与工具

20号的铁丝。我们买了一大卷栅栏用的铁丝，够用很长时间，价格3美元。

尖嘴钳，有两把最好，但是没有也没关系。

线夹

模板，可以从makeprojects.com/v/29下载。

圆嘴钳（可选）

尺子（可选）

照此办法再做两个直角和第二个连续环。这两个连续环在框架的对边，需要相互平齐。

将线开始的一端绕在框架的上边，一直绕到远角，然后将线的尾端暂时放着（见图D）。

2. 制作摇杆

量取大概8英寸的铁丝，要做斑马纹的时候，可以用钳子嘴做出连续的几个180°转弯，然后再用钳子将其压扁（见图E）。

要做平圈，可以在垂直主轴的方向上弯一个环，然后沿着环接着绕线，再用钳子将线掰到同一个平面内（见图F）。

在如模板所示完成之后，可以做一些直角的弯折（用星号来表示），垂直于斑马纹的平面，这样就完成了摇杆（见图G）。

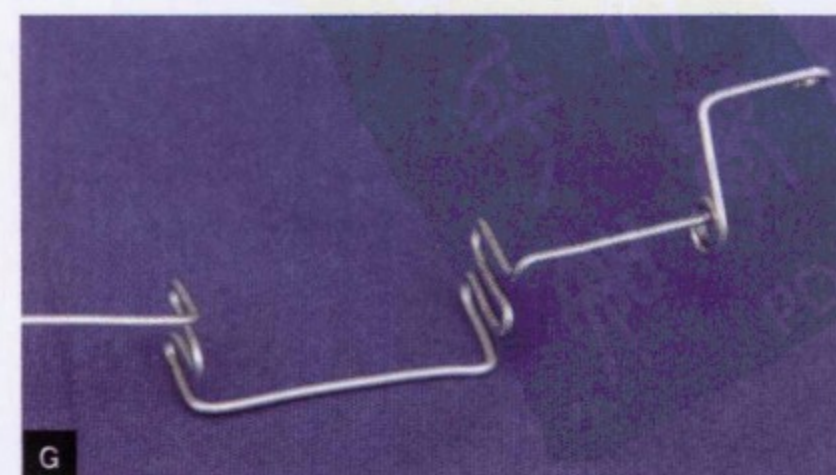
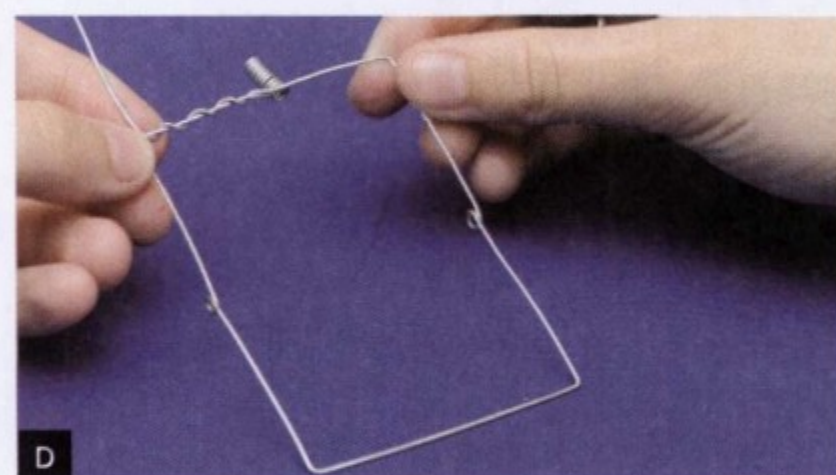
打开支架上远离起始端的连接环，将其向侧边绕。将摇杆的把手端放到打开的环中间，将摇杆的长边剪切到恰好穿到另一端的环里面的长度（见图H）。

最后做一个结束环，将摇杆固定到框架上。在摇杆刚出框架的位置做一个支架弯折，然后将尾端剪切到大约1/2英寸。可以翻过来，这样弯折端就朝着我们了，用钳子夹住铁丝端，然后将线端平滑的弯回去。再用钳子嘴整理这些尖端。

现在就完成了摇杆的制作（见图J）。

3. 准备活塞

量取6英寸的铁丝，然后依照模板做一个基本的形状（见图K）。用钳子夹住两个长端的边，然后将矩形弯成V字形。将圆环弯到与



V字形边缘平行的位置（见图L）。将长的一端先留在那里。

4. 制作连接杆

量取5英寸的铁丝，然后根据模板制作连接杆的前一半。在完成模板形状（见图N）之前，将活塞装到连接杆的顶边上，V字形的边缘跨在两边（见图M）。

拧开连接杆底下的环。

5. 安装机构

将活塞的尾端穿过框架的螺旋环，将连接杆的底座挂到摇杆上（见图O），然后将环套回去闭合上。

6. 制作鸟儿

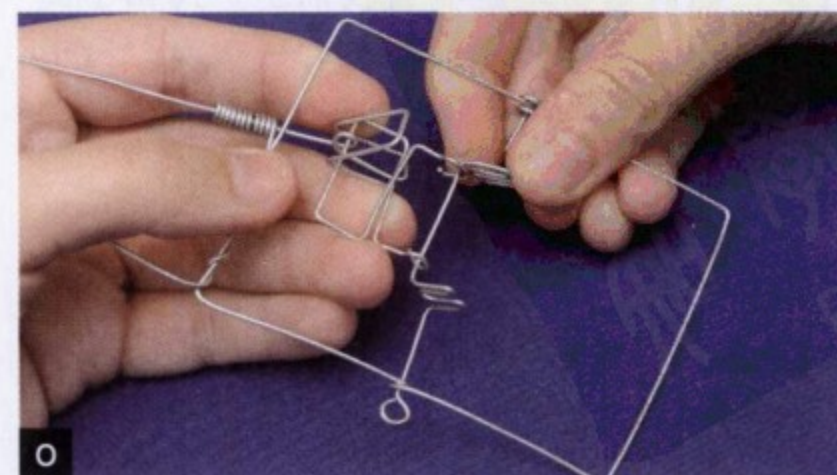
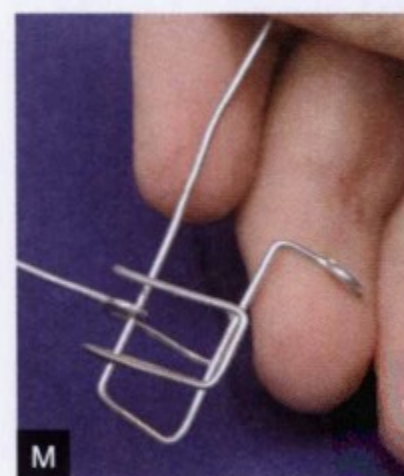
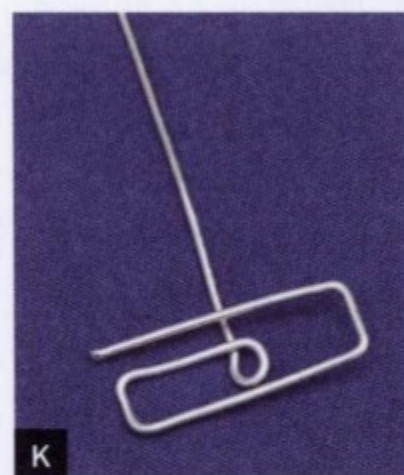
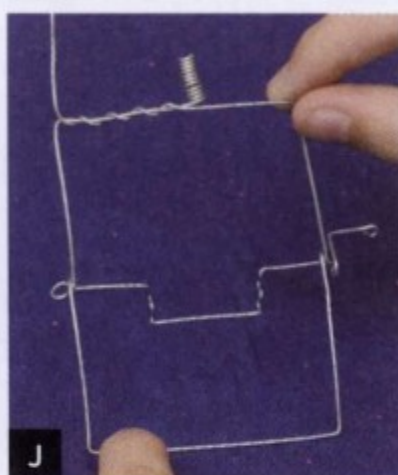
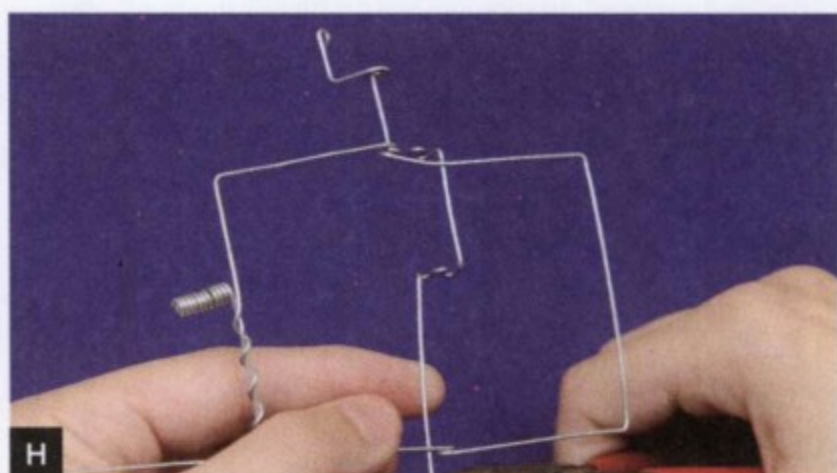
根据模板将你选的鸟儿弯出来。在活塞的顶上要弯一个环，框架顶上也要弯一个环。将环打开，装上鸟儿，然后再将环闭合。

更多创意

当今时刻，人们制作自动机或者动力机械雕塑，材料可以使用金属、木材、纸张。而铁丝也一样好使。

亚历山大·卡尔德以他制作的运动物体出名，而他也尝试过用弯线做出表现力强而意味深刻的摇杆玩具。

亚瑟·甘森的焊线动力机械 ([youtube.com/user/dreamingmachines](https://www.youtube.com/user/dreamingmachines)) 很可爱，也没有什么实际用途，但是他的作品还是很吸引人的。☑



李·E·阿尔巴夫制作各种用的、穿的和住的物品，也写作互动的小说。 lea@instamatique.com

马特·枚茨是一位学院派的电气工程师，喜欢发明仪器、破解开源硬件项目，并在美国四处拜访各个破解小组。他喜欢自己做饭，很多灵感来源于双关语。 matt.mets@cibomahto.com



制作方块肥皂

使用没有残余毒素的肥皂洗手。

阿拉斯泰尔·布兰德

人类在何时何地发现了油脂和钾碱的化学反应已经无从考证。传说中有古罗马的“Mount Sapo”有条小溪，流过祭祀神灵的草木灰与动物脂肪。有证据显示古巴比伦人、古埃及人以及凯尔特人都做过肥皂——不论是谁第一个做的，一个事实毋庸置疑，那就是人们是在观察自然之后重新将水、草木灰和动物脂肪放到一起经过化学反应得到了最早的液体肥皂。

方块肥皂是19世纪才发明的，但是之后不久，肥皂制作行业为平衡的大自然带来了许多有问题的化学物质，比如丙醇、柠檬烯、甲醛和二氯甲烷。而到了今天，有些肥皂的成分来自于工业饲养的动物，而另一些则是明确有毒的，甚至是致癌的，包括石油炼制的副产品。

所有的自然的且基于植物油的肥皂都是另一个关爱环境的选择，但是有两个缺点：可废弃的包装与运输附带的环境污染。幸好，在家里制作肥皂并不复杂，像烤面包一样简单。

在最简单的形式下，肥皂只有3种成分——强碱比如草木灰或者碱液、脂肪和水。草木灰（氢氧化钾）比较难找，而且更有利于液体肥皂制作，因此我们用的是碱液（氢氧化钠）。

在恰当的配比和温度下将三者混合，这些成分将进行被称为皂化反应的化学反应。通常遇水有危险腐蚀性的碱，在分解油脂并消除油腻的同时变得无害了。

而且尽管肥皂成型（阴干与硬化）需要

一个月，对于有经验的肥皂制作者来说，最重要的第一步只需要30分钟。

现在可以考虑一次做出一年所需的肥皂了，每一块的造价大概是1美元，而且再没有接触残余毒素的风险了。残余毒素都是一点一点积累起来的，健康是让你远离化工行业的很好的理由。你再也不用去买肥皂了。

1. 在厨房搭建制作肥皂的工作台。

将你需要的各种原料称量好，然后放到各个容器里面。水放在隔热罐子里面，可可油放在平底锅里。

2. 融化油脂

慢慢用炉子加热可可油，芬芳的油脂块将融化成透明的油脂（见图A）。

3. 小心地将碱加到水中

打开门窗，带上防护手套和护目镜。慢慢地将碱加到冷水罐子里面，用钢勺搅拌。这里将发生一个很快的发热反应，水温急剧上升几乎达到沸点，混合物还会不时腾起一阵有毒的烟雾，因此不要在罐子的上方吸气。将温度计插进去，等待温度慢慢下降（见图B）。我们的目标温度为80°F。

注意：碱的腐蚀性很强，能灼伤皮肤和眼睛。请带上防护手套和护目镜，遵循容器中安全操作碱液的各种指导。很明显图B就是不符合安全操作的。

4. 记录温度

将另一个温度计放到融化可可油的平底锅内。当油温为90°F且油呈液态的时候，关掉火，加进橄榄油（见图C）。混合油的温度应当在80°F。

5. 混合液体

当碱液和油都到了80°F的时候，将两者混合放到玻璃罐子里面。混合物马上变得浑浊（见图D）。

材料

如果要制造大批量的肥皂，成分配比需要一致。

8液体盎司的凉水

79g (0.176磅) 的氢氧化钠（碱）。大家可以在附近的五金店买一罐子100%的碱性通堵剂。

10¹/₂液体盎司（297.6g或者0.656磅）的橄榄油。不需要初榨橄榄油，油的品质没有什么关系，反正我们是要将油和碱液混在一起进行化学反应的。

10¹/₂液体盎司（297.6g或者0.656磅）的可可油。这个在食物店里有售，常见的是塑料罐子包装的，最好批量买。如果有可能，买有机的或者有公平贸易协定的产品。

8g的精华油（可选），用来增加香味和养分

1/2杯的机切燕麦（可选），用来增加摩擦力

工具

厨房用的炉子

数字天平，称量需要能准确到克

护目镜

橡胶手套

厨房用的温度计（2个）

玻璃罐子，隔热的，容量在40盎司或以上

不锈钢平底锅，用于在炉子上给油加热

电打蛋器、棒搅拌器或者脚踩的搅拌器

牛奶盒子或者带羊皮纸的木盒子，用于固化的模具

刀子，用来切割肥皂使之成型

小心：不要用铝制的厨具，碱和铝能起反应，形成可燃的氢气，进而导致火灾甚至爆炸。





6. 将所有的成分搅拌均匀

用电打蛋器或者棒形搅拌器（见图E）将混合液搅拌15分钟左右。大家也可以手动搅拌，不过这就得花1小时左右了。

不论是怎样搅拌的，我们的目标都是皂化反应，这个现象很明显，液体会变得浑浊，变得不透明（见图F）。要想测试反应效果，可以将搅拌棒从混合液中取出来，将肥皂滴在液体表面。如果液滴在沉下去之前留在表面一会儿——这叫做表面张力，那么我们就完成了。

7. 加入香味，提升摩擦效果

如果你想加点香料、精油或者燕麦，到时候了。加进去然后搅拌，动作得快，因为肥皂凝固的速度比你想象得要快。

所有加进去的成分都必须是纯天然的，防止皂化反应的精细的化学反应被干扰。

8. 模具成型

将肥皂液倒进模具中（见图G）。纸盒子需要先彻底洗干净，木制模具则需要先铺好羊皮纸。模具里面填满皂液之后，盖上切板或者几本书，然后放置1~3天，等待硬化结束。

9. 切割、净化与使用

将长长的肥皂块从模具中取出来，剥开羊皮纸，然后将肥皂砖切成10块（见图H）。

将每块肥皂立住，使之和空气的接触面最大，然后将它们放在一边，等待净化。3个星期就够了，这个时候，碱的腐蚀性已经完全被中和了，肥皂也做好了。

恭喜，现在可以用它来洗手了，再没有商业肥皂制造业用的化工原料和毒素了。更多信息请参考makezine.com/go/makesoap。



阿拉斯泰尔·布兰德是一位自由的旅行记者、美食记者兼新闻记者。他住在美国旧金山，从美国加利福尼亚州大学圣巴巴拉分校毕业之后，他花了两年骑单车环游了加利福尼亚州，并徒步环游了加利福尼亚半岛，之后进入了记者这个行业。他最近的旅行参见blogs.smithsonianmag.com/adventure。



线性电动缸

用缝纫机的线轴制作廉价的线性电动缸。

安德鲁·刘易斯

线性电动缸是直线运动的电机，它们在控制阀门、杠杆、制作机器人以及在数字控制逻辑匹配老式机构方面有很大的用途。最简单的线性电动缸只有两个位置，而复杂的电动缸则可以像步进电机和伺服电机那样定位。

我之前制作的项目需要32个线性电动缸，而我计算花销后，我震惊了。经过短暂的思考之后，我发现只需要简单的开关式双位置电动缸就够了，应该尝试用一些能直接买到的东西来自己做。

旋转并给线轴绕线

1. 将一个空的线轴放到缝纫机的线轴位上，将铜线的一头放到线轴顶上的孔中。我

在线轴顶上还留下了大概1英寸的长度露在外面，这样我可以一会将线圈焊接好。

2. 将线穿过靠线轴最近的穿线孔，不要用张力轮或者其他的类似导线位。将一卷线放在不会打结的地方，然后慢慢启动缝纫机。看着这卷线（见图A），用手稍微加一点力量使得线有张力。不要拉太紧了，否则会割伤自己。

3. 当线轴缠满了的时候，停下缝纫机，用大拇指将线按在线轴上。在距离线轴1英寸的地方将线剪断，然后将线轴从线轴位上取下来。记得要将大拇指一直按在线轴的侧边，否则线会松掉。



材料与工具

缝纫机用的塑料线轴
稀土磁铁，直径6mm，长3mm
6mm的塑料杆
38标准线规（35.5号）的漆包铜线
PTFE胶带，又称特氟龙胶带
薄塑料或者层压卡
环氧树脂胶水
剪线器
缝纫机

4. 在线轴侧边绕几圈特氟龙胶带，确认线轴边上的线和顶上伸出来的线基本平齐（见图B）。

添加塑料，弹簧和磁铁

5. 剪一圈薄塑料，然后粘到线轴底下（见图C）。确认穿过线轴的孔在留着线头的另一端堵上了。

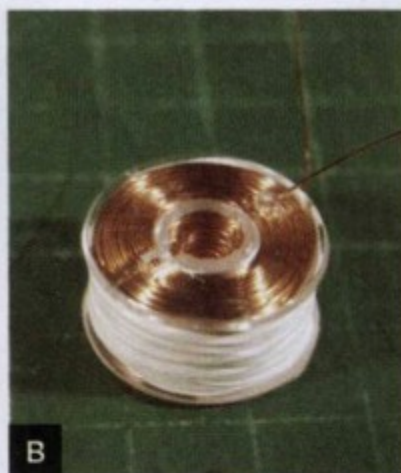
6. 拿一小段铜线，绕在小螺丝刀轴上，做成一个小的弹簧（见图D），这个弹簧的直径应约为4mm，长度约为线轴高度的3/4。

7. 将一个6mm的磁铁粘到一段金属或者塑料杆的一头。我需要的是1/2英寸长的塑料杆，于是我用了旧的辅料变阻器的轴。轴边缘的胶不要放太多，不然在线轴中间装的时候可能装不正。最后在磁铁上再加一点胶水，将它与弹簧粘起来（见图E）。将弹簧放到线轴的中心，然后用一点胶水固定住。

我们现在就有了一个简单的线性电动缸了，在线圈上加一个电压就能将轴往里拉。

大家也可以通过反向加电压让电动缸反向运动，也可以在线轴一头加上带另一片薄塑料的细轴当垫片，这样能将弹簧的动作反向。

大家还可以用多级线圈来增加电动缸的行程，改变各个线圈中的电流还能改变轴的位置。我发现每个线圈的电阻在 $8\Omega\sim 9\Omega$ 之间，加压在6V~9V工作比较正常。增加电压将增强驱动力，但是也会增加线圈的热量。每个特定应用需要做实验来确定最大电压。如



果工作时间较长，为了安全起见，可以在线圈附近贴一个热熔熔丝。

安德鲁·刘易斯（andrew@monkeysailor.co.uk）是一位热情的发明人、计算机科学家，他的兴趣集中在3D扫描、计算理论、算法和电子学上。



简单的Sunburst吉他

制作一个电吉他套件，像专业人士那样来装饰它。

史蒂夫·罗德芬克

学习电吉他的最好的方式之一就是自己用现在到处能买到的电吉他套件做一个。当你做完这个套件之后，你得到的不仅仅是能弹奏的乐器，你还理解了你的乐器的工作原理，也知道了如何穿线，如何调整，如何按照你的喜好来设定弦高。你成为了你自己的吉他技师。

如果你是个吉他老手，用套件是一个低成本方案，可以达成你喜欢的定制店的保罗风格。而花费的只是一个套件的价格和一点点的辛苦。

首先要上漆

吉他套件的搭建有3个步骤。第一个步骤是给木零件上漆。如果一切没问题，这就完成80%的工作了。第二个步骤是组装，将所有的零件安装到一起成为一把电吉他很有意思。

最后一步是调整，调整琴颈、拾音器、弦高、琴桥，让吉他的音质和感觉更好。

上漆通常要上底漆和透明的保护性清漆。对于经典的Sunburst漆来说，我们不需要喷枪，只需要两个颜色的喷漆罐就可以搞定底漆了。请确保我们的清漆和底漆是相容的。传统的吉他喷漆是硝基漆，在乐器制造用品店能买到对应的喷漆罐。聚氨酯的效果也不错。亚克力喷漆能用，但是不太抗用。

1. 准备部件

很多的吉他生厂商对于琴颈的形状是有商标保护的，因此为了避免官司，吉他套件里面常常是给你寄来大块的琴颈，需要制作者自己去成型。从好的一面来想，这样我们就能自己来完成特有的琴颈设计了。

用弓锯或者条锯将琴颈切成你所喜欢的

样子，然后将切割痕迹用100目的砂纸磨掉，再接下来分别用180目、220目和400目的砂纸打磨。

然后将指板，边侧（如果有的话）和其他不希望喷漆的地方盖起来，下面就该喷漆了。

2. 喷涂Sunburst漆

2a. 将浅色的漆喷到吉他主体上（见图A），可以先在几块边角料上喷一喷，做个测试。

2b. 制作挡板。在一张纸板上将吉他柱体描下来，然后沿着这个标记向内几个英寸将这个挡板切下来。

2c. 测试挡板。将挡板放在一片废木料上方1英寸左右的地方，然后在边缘喷涂深色漆。稍喷多一些则在挡板下面也会喷到，形成了一个光滑的过度效果。大家可以调整挡板的高度，达到你想要追求的效果。

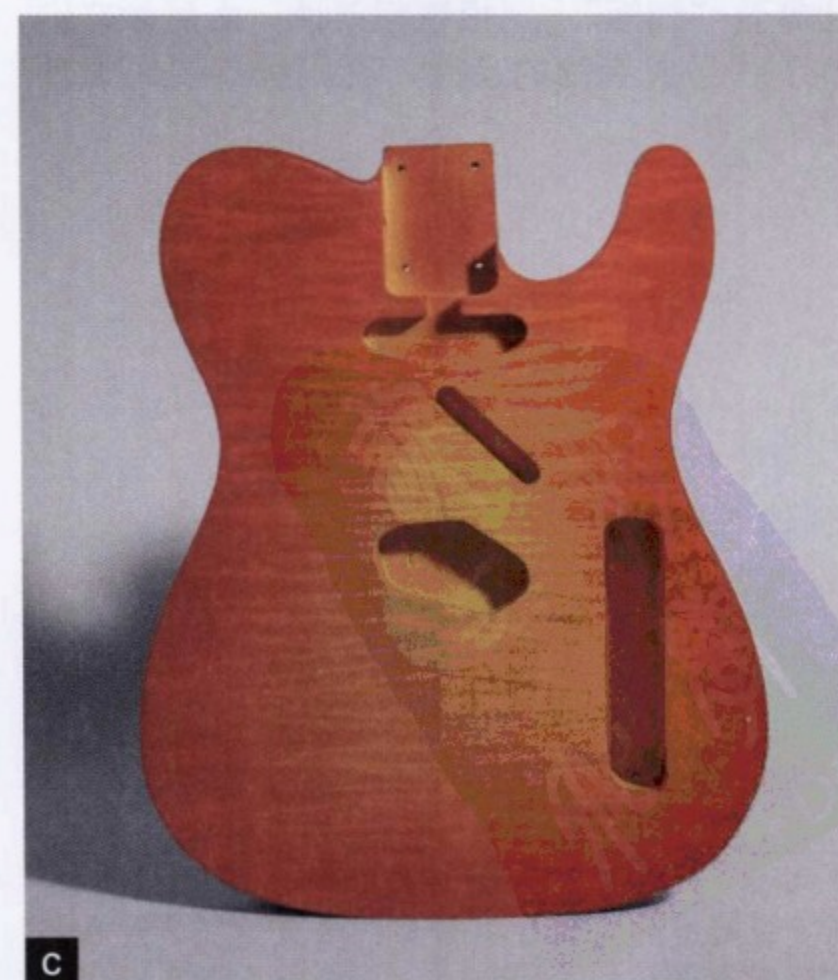
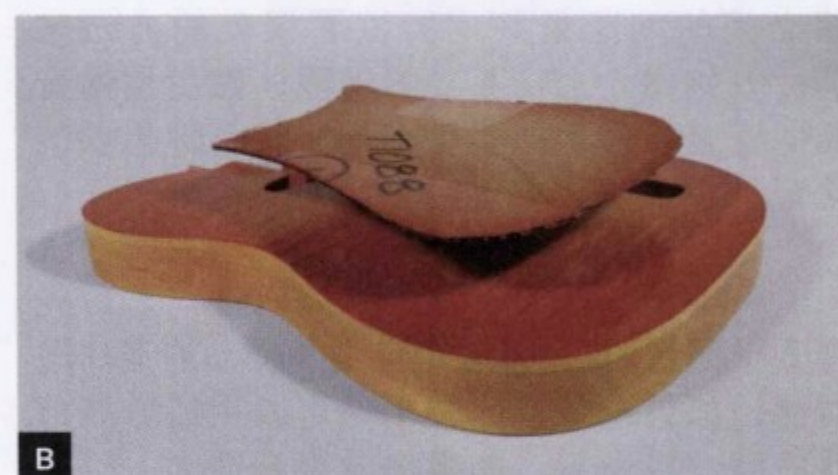
2d. 将深色漆喷在吉他表面，如果你的技术过关了，可以将挡板放在吉他上面，然后和你练习的时候一样去喷漆（见图B~图D）。如果有需要，吉他背面也一样处理。然后等待漆干，再接着进行下一步。

2e. 喷清漆。要想得到那种店里橱窗中的光亮效果，至少得准备喷10层清漆。当顶层的漆彻底干了的时候，用1500目的砂纸沾上抛光化合物对吉他表面进行加湿打磨，再上蜡磨光（见图E）。

3. 组装部件

首先，将琴颈装到主体上去。对于Fender风格的吉他来说，这就意味着要钻孔，然后用木螺钉和背盘来装零件。Gibson风格的吉他则有一个预制琴颈，上面有个预先切割好的鸽子尾巴形的节点，用于粘接。对于这种吉他，在最终上清漆之前就应该将琴颈粘好。

其他的组装工作只是正确地将琴桥定位，将拾音器、旋钮、微调设备、输入几



口、开关、电位器和护板装好。这些所有的硬件都包括在套件里面。最后装上琴弦。

4. 调整音效与音感

4a. 调整琴颈。这要转动内置的钢桁杆，将琴颈调节到稍微往前或者往后倾。Relief风格是往前，back bow风格则是相反。这个琴颈应当有足够的曲率能使得琴弦没有杂声，但是也不能太过，否则弦高就太高了。将桁杆顺时针调试减小曲率，逆时针调节是增加曲率。

4b. 调节琴弦的高度，这被称为设定弦高。琴桥有升高或降低琴弦相对护板距离的调节器，但是最合适的是在没有杂声的情况下越低越好。

4c. 调节拾音器高度。这个琴弦和拾音器之间的间距最好用尝试看误差的方法来调。开始做个 $3/16$ 英寸的间隔，然后用拾音器的安装螺丝来做实验，最终得到你想要的声音。

4d. 调节音质。首先细调吉他，然后先弹一个低音的E，将这个音高和12品的音高做对比。如果感觉音比较平，可以用桥鞍调节器将线“拉长”，如果感觉声音很尖，可以让琴弦“缩短”。6根弦都要调。之后除非你换了弦号或者弦的品牌，否则都不要再调动它了。■



史蒂夫·罗德芬克白天是设计师，晚上是修补匠。他的爱好是做些小项目，然后学习新技能并发现新材料。

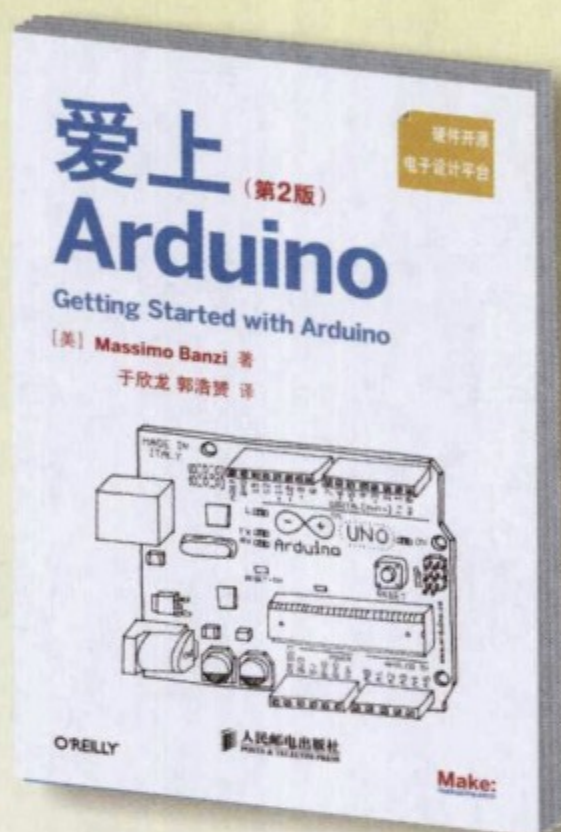
爱上制作

Make: 一切皆可制作



单本定价:
38.00元

《爱上arduino(第2版)》



978-7-115-28002-2

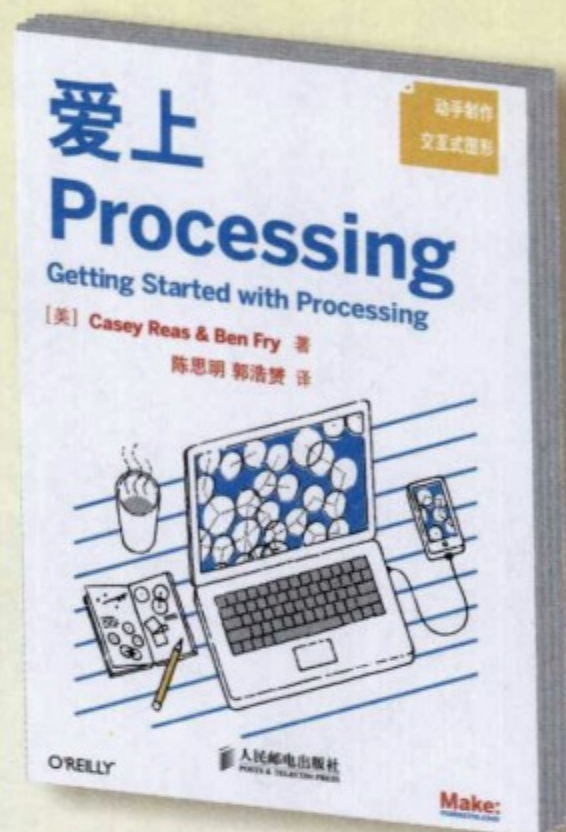
Arduino是一个开源电子原型制作平台，包括一个简单易用的电路板以及一个软件开发环境。

Arduino既可以独立运行，又具备互动性。它可以与PC的外围装置相连接，还能与PC软件进行沟通。它在电子设计爱好者们中间引发了一场风暴。

本书透彻地介绍了Arduino的相关内容，它会给你带来许多制作项目的点子，并帮助你顺利地实现从开始策划直到完成安装的全过程。

本书适合电子专业、交互设计专业、新媒体技术专业学生阅读，也是电子爱好者开展电子制作项目的参考手册。

《爱上processing》



978-7-115-27693-3

Processing 是一门用来写生成图片、动画和交互软件的语言。Processing提供了一种通过创造互动图像来学习编程的方式。它提供反馈和交互的能力使得它已经成为一种时下流行的学习编程的方法。

本书包含了Processing的详细介绍，并教会你可以创建游戏、动画和交互接口的技术。是一本精要的计算机程序设计入门。

想要理解那些公开且免费的Processing代码示例和学习在线参考材料的学生十分适合阅读本书。这本书同样也适合拥有编程经验，但是想要了解一些基本的交互式计算机图形编程的人们。

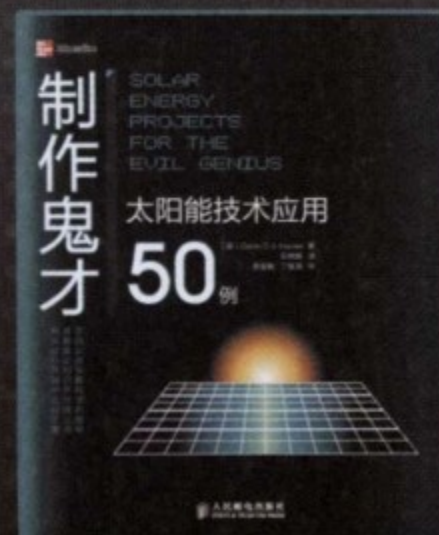
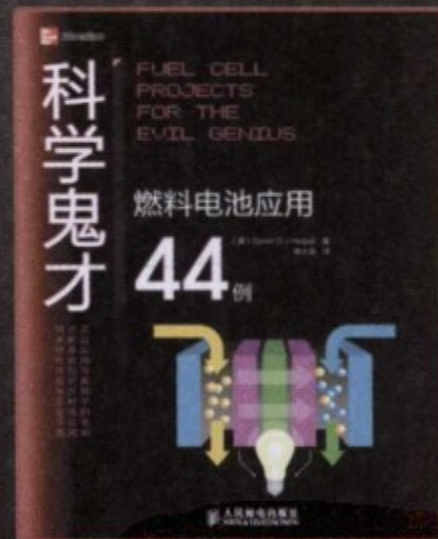
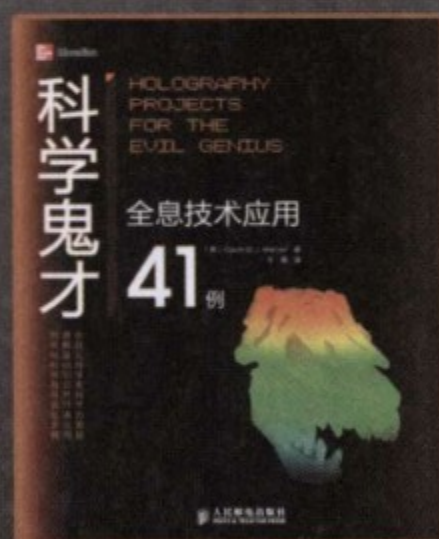
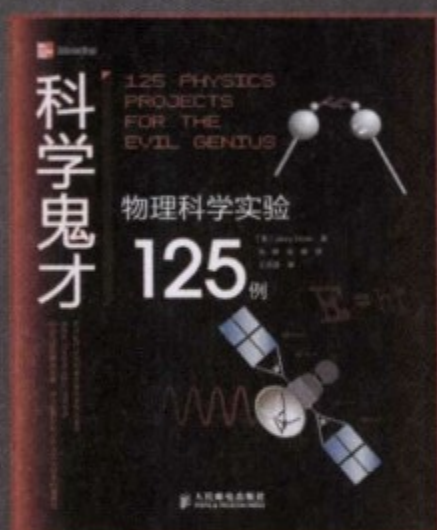
科学鬼才

关于科学知识和动手实践的经典课堂

如果你厌倦了枯燥的教科书，那么来看看科学鬼才们都在做些什么吧！

- 深入浅出的基础知识讲解
- 趣味横生的经典实践案例
- 步骤齐全的科学实验指导

在实践中学习，助你成为科学鬼才！



网上购买

亚马逊网上书店: <http://www.amazon.cn>

当当网上书店: <http://book.dangdang.com>

互动出版网: <http://www.china-pub.com>

邮科图书专营店: <http://youkets.tmall.com>

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

1+2+3

制作一个曲别针唱片播放器

菲尔·宝威

你能做到



你需要

曲别针，标准的1号尺寸
塑料的闭孔缓冲泡沫豆，刚性的
超细的砂纸

1. 处理曲别针

将曲别针掰直，然后重新做成一个钩子。用细砂纸将长端磨平，磨得稍有点钝。

2. 将曲别针和泡沫豆连起来

将钩子状的曲别针插到豆子里面，如图所示。

3. 播放唱片

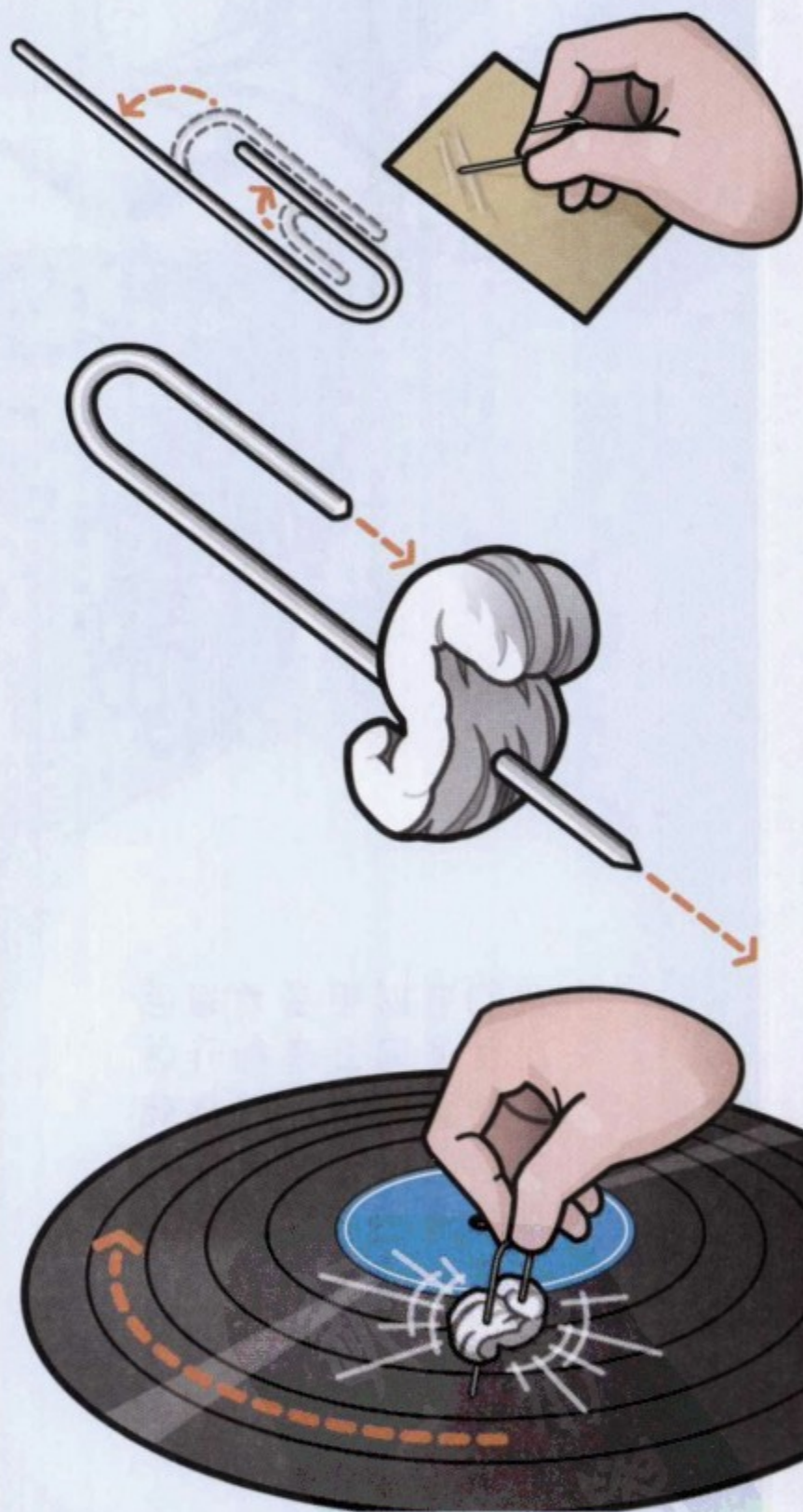
将一个老式的每分钟45转或者每分钟33转的唱片（你得不在意划伤）放在转台上，然后开动。不要太用力按，小心地将曲别针尖头的一端放到唱片纹路里，如图所示。你会听到音乐响起来，音质效果很好，原因是闭孔的泡沫豆子上的单元成为了小放大喇叭的集合体。

拓展

要想获得婉转点的声音，可以用更软的（但是还是闭孔的）泡沫豆。要想声音更大，可以在第一个泡沫豆上面并排在放一个，有点像烤串，同时稍加一点播放的压力。比如要想在播放古典音乐时得到更成熟的声音，可以用真的钢制唱针穿泡沫豆，这些在网络商店上都有。

还想接着做实验，可以尝试将曲别针拉直，然后将其固定在小塑料杯侧边，用一个薄的透明塑料夹夹住就行（半品脱的德里风格的容器也行），这个声音效果特别大。

没有转台怎么办？将餐桌转台变成一个暂时的转台就可以了。在基座的轴承滚珠上加油，然后在顶面上铺一片塑料的防滑货架挡板，然后在顶面的中间放上一个每分钟45转的唱片。你需要转得很好才能得到足够的转速，但是确实能用。☑



注意：拿着曲别针来进行播放很重要，如果拿着泡沫豆，你的手指会损伤音质。

菲尔·宝威是一位船长、飞行员、摩托车飞车党，他写了一辈子的专栏文章和小说。philbowie.com

气动小子



哇唔!

要是**有超级能源**的话，我们就不需要任何技术了！

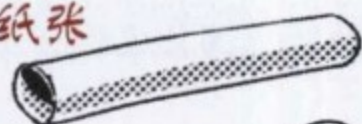
要想获得**额外的力量**，我们需要更多的肌肉，工程师们称之为“**制动器**”。

要想为**我们的肌肉**提供**能量**，我们可以开发出新的**气动技术**，或者称之为**气能肌肉**。

我们可以用**压力罐**连到**管道网**上来制作这些**气能肌肉**，这样就可以通过**增减空气**来移动我们手臂上的**23块**不同的肌肉了。

制作一个制动器：

纸张



剪刀

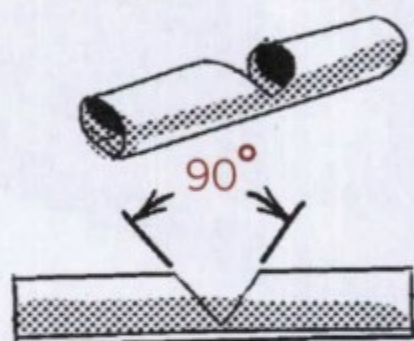


胶带



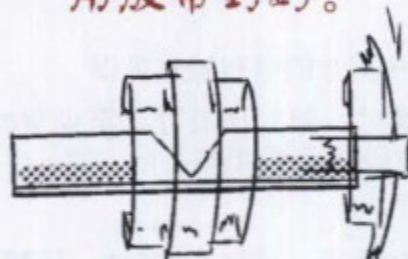
1

在中间节点上切一个90°的槽。

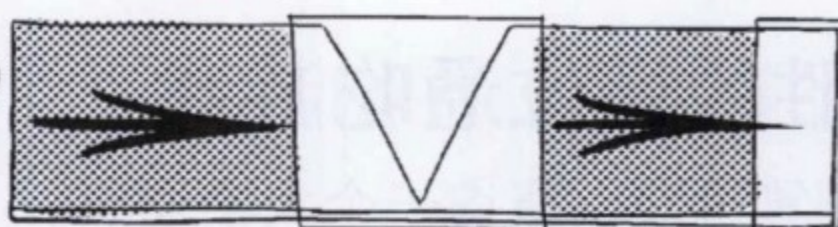


2

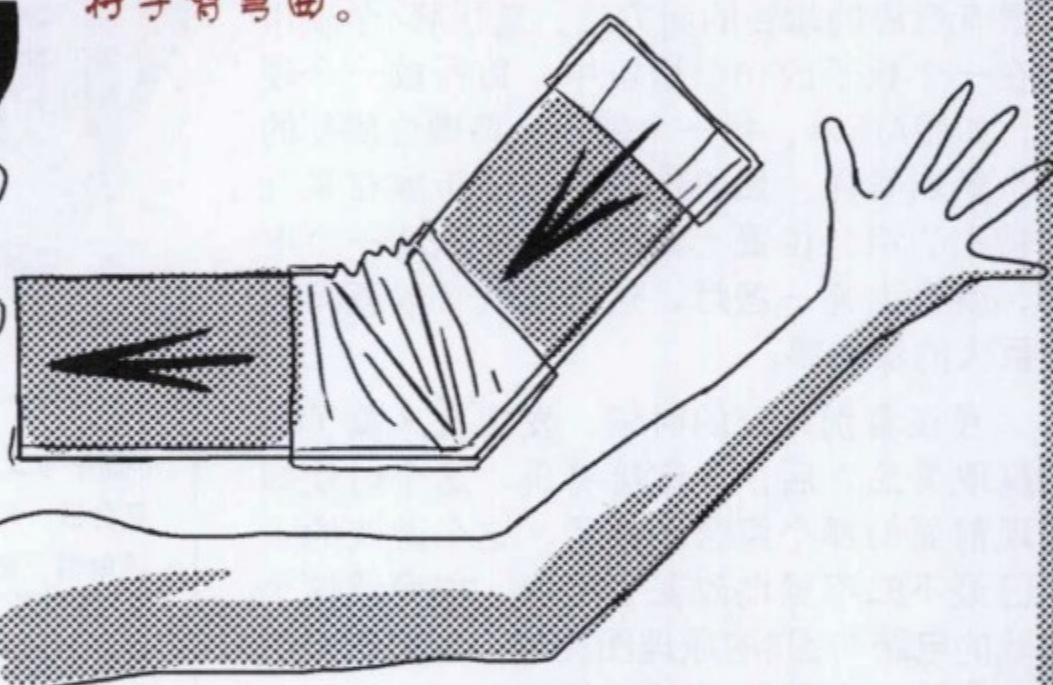
将开槽和一端用胶带封好。



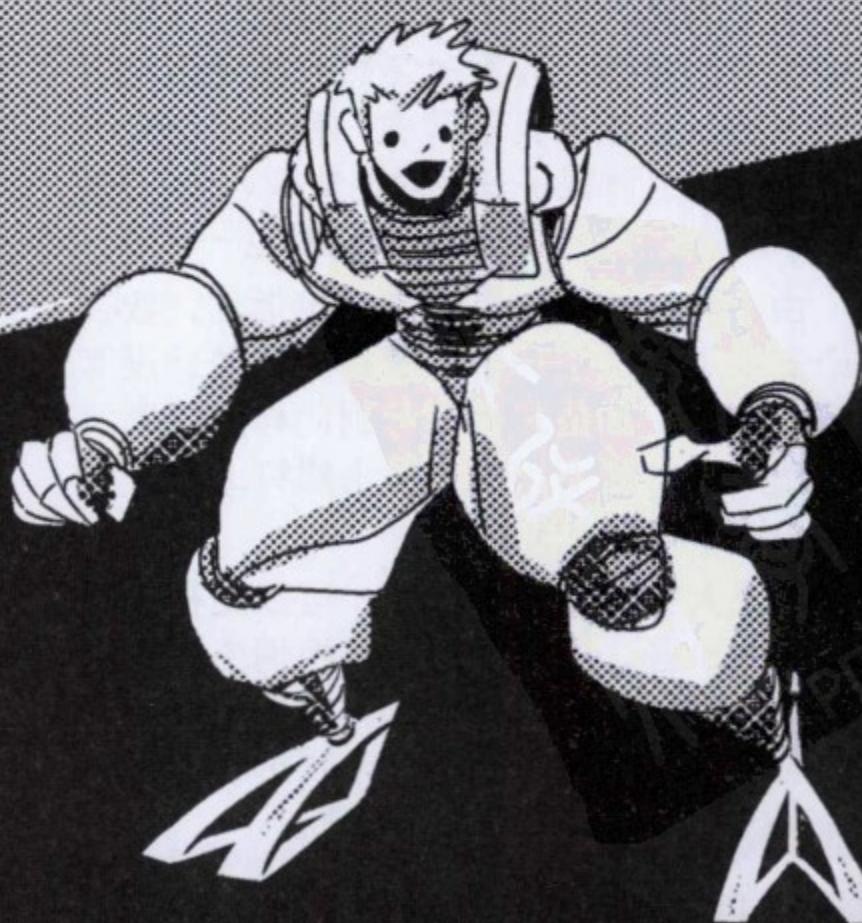
向内部吹气会增加气体体积，使得肌肉伸直。



向外吸气将减少气体体积，收缩肌肉，将手臂弯曲。



我们能想象到的，
未来都将实现。





电子电路：有趣的基础知识

查尔斯·普拉提，《爱上制作》英文版电子电路专栏作者

难以取胜的槽位通吃游戏

自定义并推算游戏，赢得一个大泰迪熊。

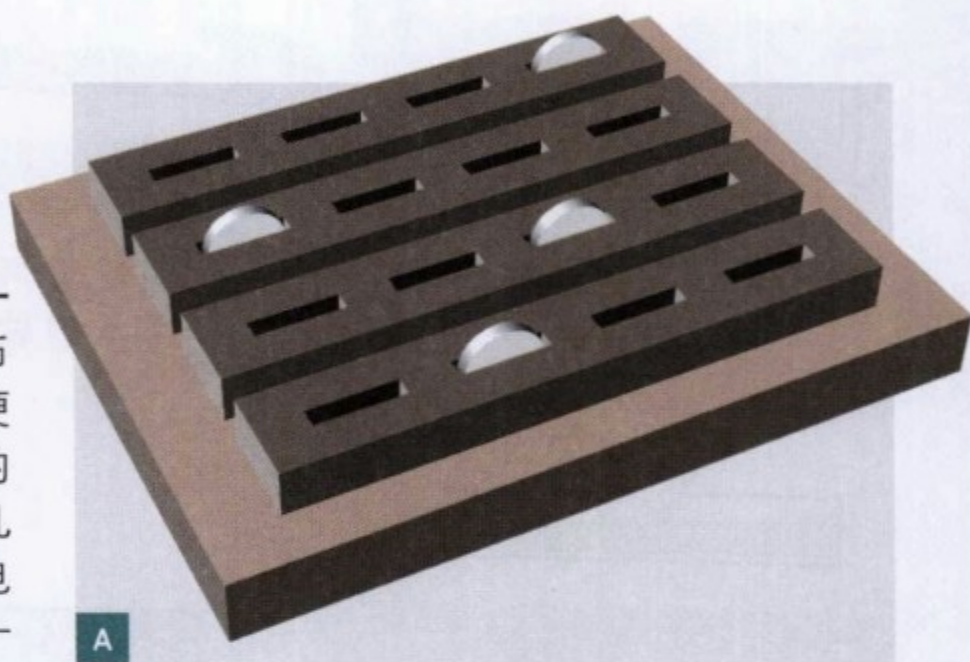
去年夏天在一个乡镇集会上，我看到一个很有意思的输钱的新方法。选手将4个硬币放在一个板子的16个槽位中，每行放一个硬币，如图A所示。每一个硬币会将槽位底部的两个触点导通。如果你将这些硬币放在某几个特别的组合位置上，成功地搭成功一个电路，就会点亮一盏灯，这样你就可以赢得一个巨大的泰迪熊。

我在看别人玩的时候，发现有人赢了。她赢取奖品之后，决定接着玩，这个时候却发现前面的那个组合无效了。这个游戏的主人已经不知不觉地改变了电路，很可能这个游戏的电路与图B的原理图类似，上面有一个旋转开关，能选择4路预设的组合。

在我看来，复制一下这个游戏应该是一件很简单的事情，我同时还想改进硬币与电路的接触，让效果更佳精确。我用从商店买来的铝角料上面截了一对对的支架，长1/2英寸，厚1/16英寸。当然复合板效果也一样好。

由于我还希望它有一定的灵活性，我在每个支架下面放了一小片磨好的橡胶。没有把螺丝拧死。加垫片也能起到同样的效果。然后在支架的底下，我在每个螺钉上面夹了一根20号线的实心线。

如果大家也用这个系统，可以钻孔的时候稍开大一些，这样可以略微地调整支架的位置，达到最好的效果。当有人将硬币放进去的时候，支架应当能将一个硬币紧紧地夹住。图C就是一行4个槽位的效果。



材料与工具

复合板，1/4英寸厚，1/8英寸的塑料板也可以
铝角料，每条腿宽1/2英寸，厚1/16英寸。至少要2英尺长，这个在五金店里面都有卖。

薄的橡胶皮或者垫片

机用螺丝，#3号或者#4号的，长度1/2英寸，带螺帽和垫片（32个）

短路线，20号线，类似的线也可以

9V电池

9V电池夹

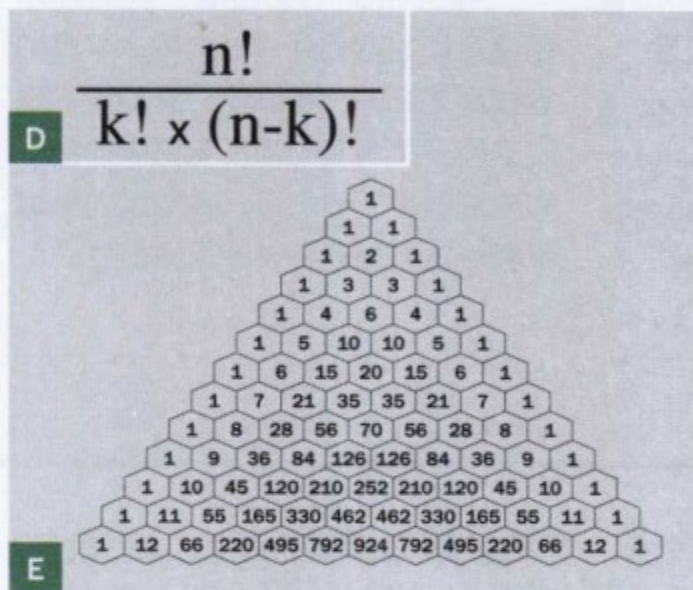
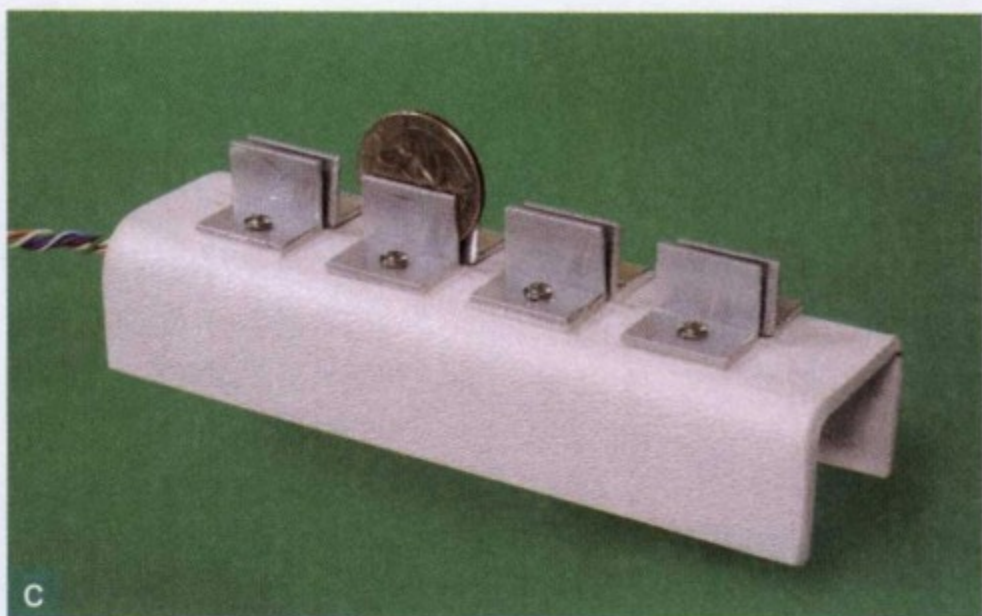
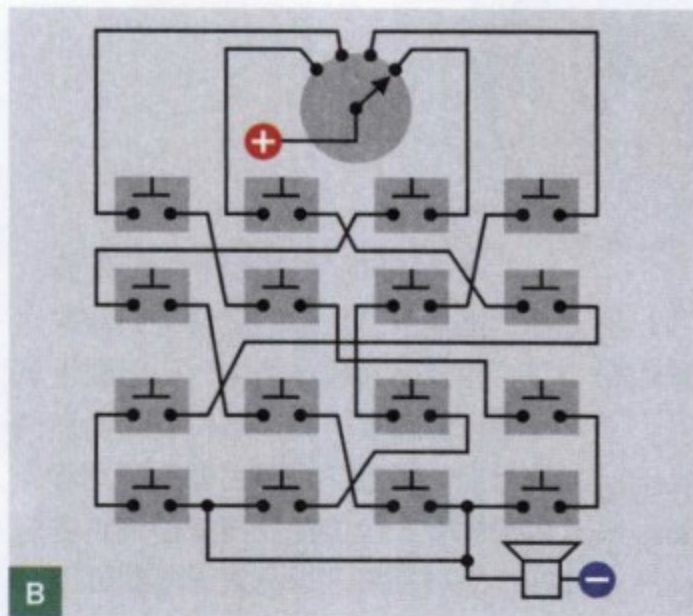
压电蜂鸣器

旋转开关，单级的，至少有4个位置

烙铁与焊锡，功率低的烙铁无法胜任将电线焊接到螺丝上的任务。我们需要一个至少30W的烙铁。

我很好奇，如果这个游戏是不同的槽位或者不同的硬币数是不是会更加有趣。这种变化对于赢的概率有何影响？

在乡镇集会上计算这个很简单，每一行内放置硬币都有4种方法，总共有4行，因此总共可能的组合是 $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$ 种。因此每次你玩这个游戏的时候，你赢的概率



图A: (第144页) 乡镇集市上硬币游戏的简化视图。每行放一个硬币，放4行，赢的概率是1/256。

图B: 旋转开关(上图)在这个乡镇集市的硬币游戏中，可以旋转4个赢的组合中的一个。

图C: 用1/2英寸的铝角料做出的一行4个硬币槽位。要想做出最初的硬币游戏，我们需要4组。

文章里面还讲了有其他的办法。

图D: 从总共 n (个槽位)中选择 k (个硬币)的可能结果的计算公式。每个叹号表示阶乘。

图E: 帕斯卡的三角可以用来作为概率计算的查找表，还可以用在很多其他有趣的地方。

是1/256。由于每玩一次放进去的筹码是1美元，游戏的主人在给出这个大熊之前平均已经赢了256美元了(这个利润率不错)。

假设我要一个不一样的配置——比如，9个槽里面放5个硬币，我就不得不放弃每行放一个硬币的规则了。确实是这样的，选手应当能完全自由地将硬币放到想放的位置。

这样计算就更复杂了，还好这个问题属于数学家们几百年前已经研究出来的一个专门类别了。在一个较大范围的选项中选择一定量的选项，假设可选的选项数(游戏中就是槽位的个数)用字母 n 来表示，需要选的选项数(硬币的数量)为 k ，图D中的公式将告诉我们可能的组合数是多少。

如果你不知道这个感叹号是什么意思，其实这个是在数学中表示阶乘的符号。3的阶乘(写作3)就是 $3 \times 2 \times 1$ ，而4的阶乘(写作4)就是 $4 \times 3 \times 2 \times 1$ ，依此类推(如果你想知道为什么这个公式成立，可以到网上搜索排列组合，查看makezine.com/go/permutations)。

问题在于，阶乘中用到的这些乘法过于

繁杂，还有什么更简单的办法吗？事实上也确实有，这个被称为帕斯卡三角(见图E)。布莱斯·帕斯卡是一位伟大的数学家，他发现他的这个三角有着很多有趣的特性。如果你在网上搜索这个，你会发现可以找到很精深而且很难的内容，人们称之为二项式定律。

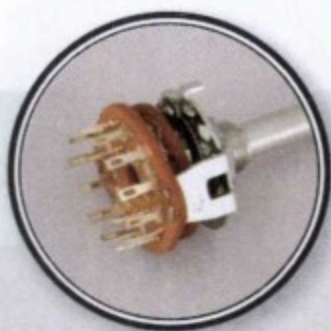
就我们的目的来说，我们只需要用这个三角来做一个查找表。从左侧边往下找，忽略掉每行开头的1，找到以 n 开始的一行(总的槽位数)，然后往右找到第 k 个位置(记住 k 是硬币数)。查到的结果就是可能的组合数。

举个例子，假设我们的游戏中有12个槽位，有5个硬币。那么找到三角中以12开始的一行，找到第5个位置，找到的数就是792，我们就有792种组合方式。如果这些组合中只有一种能赢，那么赢的概率就是1/792。说实话，让我去玩胜率这么低的游戏我可不干。如果我开办自己的游戏项目，我可能更倾向于用比方说5个槽里面放两个硬币，这样赢面是1/10。每次游戏放50美分，我可以给出4美元的奖励。这样我还有20%的利润。

我们回到这个三角——大家注意到，12



关于旋转开关



旋转开关现在用的没有之前多了。很多介绍性的书都不讲解怎么用它了，这里有一些基础知识。

装在轴上的旋转机构和周围的触点相连，但是轴转动的时候，每个位置只连一个触点。这个旋转机构就是开关的一极。如果总共有6个触点，那个开关就有6个位置。常见的旋转开关为2~12个触点，当然也有一些旋转开关的触点更多。

通常还有第二组的开关在第一组的另一侧排放着，而还有第二个旋转机构与之相连。这种开关的一层有

两极，这个时候就要看生产商的数据手册（也可以用万用表）来检查外面的焊点簧片和里面的触点是如何相连的了。

很多旋转开关有多极，甚至多层。如果你找不到一个开关能提供你想要的位置数，可以通过可移动的管脚或者耳朵来限位。这样一个8位置的开关可以设定为只允许7个位置。

如果旋转机构在与上一个触点断开连接之前与下一个触点连上了，这就变成了短路开关了。在非短路开关中，每两个连接触点之间都有一个小空隙。

在很多场合旋转开关现在被价格低廉而尺寸更小的旋转编码器取代了。特别是音频设备中，要用旋钮来控制音量或者模式，这种编码器有两组触点，相互之间开合略有不同步。大家需要一个微控制器来破译这些脉冲，然后搞清楚现在旋转到哪了。

在业余的电子领域，我们还不希望烦琐地给微处理器编程，平凡的老式旋转开关一样好使。只要我们确定这些开关有能力切换电路中的电压和电流即可。我们可不希望因为触点不够规格而导致打火的现象发生。

已经是最底下的一行了。那么如果游戏里面不止12个槽位怎么办呢？没有问题！这个三角里面的每一个数字都是由顶上的两个数字加和得到的。每个新行都是用很简单的方法创建出来的。三角里面的每个数字都是由头顶上的数字加和而得。因此，这个三角往下延伸多长都可以。

现在我们可以自己设计游戏了，要多少个槽位、多少个硬币，什么难度等级都可以。唯一剩下的问题是如何加上旋转开关，来控制赢的组合。最终的电路图将取决于你的槽位/硬币的配置。我确信大家可以自己搞明白。

我这里只有一点建议，供大家改进。如果将这个游戏改成双人游戏，然后用按键开关来代替硬币会如何？这样不喜欢花钱的人也可以玩这个游戏了。要想玩得更加有趣，可以更改规则，两个人顺次按开关，可以不停地按下去，直到有一个人完成了组合。

这个确实需要每场游戏的组合都不一样。实际上，我们的游戏应当尽量从所有可能的组合中随机选取。微控制器就是这个的解决方案。这些开关是微控制器的输入，可

以通过扫描，直到发现了赢的组合，点亮LED灯或者驱动蜂鸣器。如果你读过我之前的专栏，当时我就是讲如何用微控制器产生随机数。大家还可以在我的书《爱上制作：电子电路》中找到微控制器的介绍。■

✚ 《爱上制作：电子电路》在制作爱好者小站有售：makezine.com/go/makeelectronics

查尔斯·普拉提是《爱上制作：电子电路》这本面向各个年龄段的读者的介绍性书籍的作者。他也是《爱上制作》英文版的编辑。他在美国亚利桑那州设计制作医疗仪器的样品。



玩具发明者的笔记本
发明人与绘图人，鲍勃·奈特泽哥



树熊投弹机器人

在制作样品的时候，我常常将玩具分解掉来找能用的元件，比如电机、链条或者无线电发射器和接收器。没必要一切从头开始制作，真的。

SmartLab的新玩具机器人ReCon 6.0可编程巡洋舰，很是吸引人去破解。打开这个玩具，你会发现里面有一大堆好东西，包括一个小巧的双电机驱动模块，还带内置的光学轮圈计数器（更多图片和细节参见makeprojects.com/v/29）。

这里给大家介绍一个微创破解，利用了ReCon的强大功能，同时加入了一个新功能，实现了树熊投弹机器人。

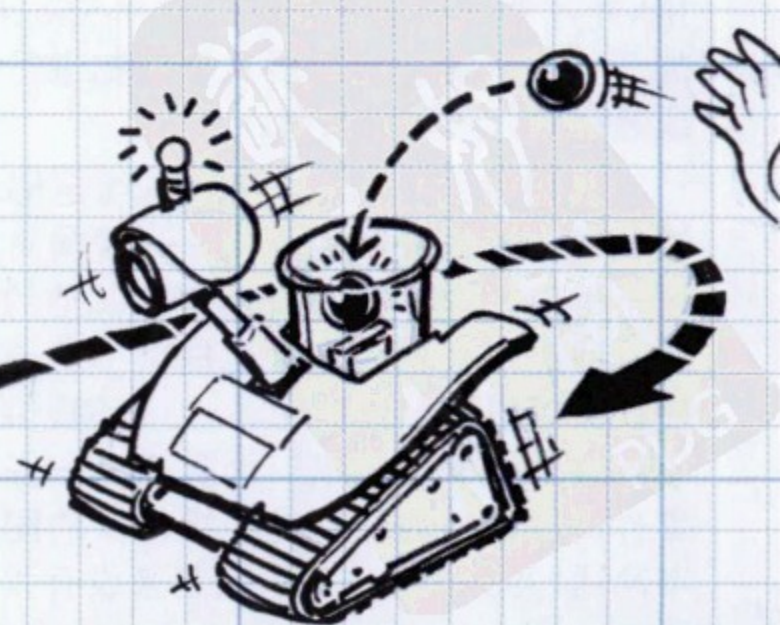
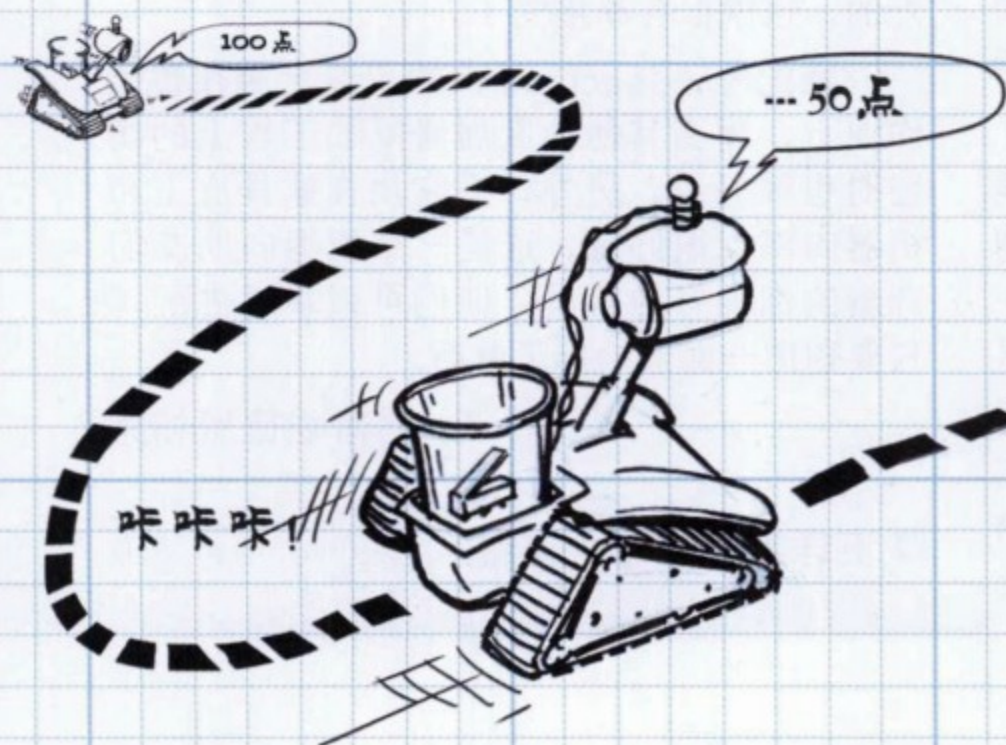
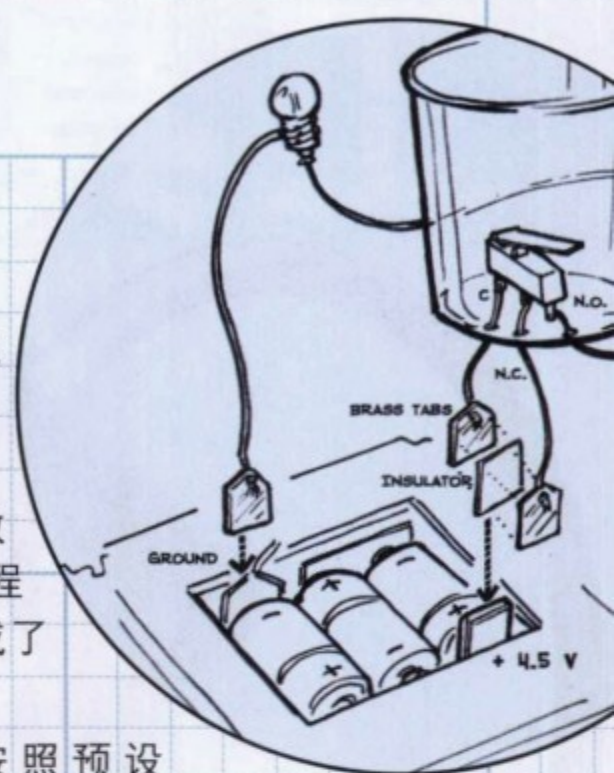
我想要在Recon里面加一个传感器来进行实时控制。幸运的是这个玩具中的非易失存储能将程序保留住，即使是电池取出去了也无大碍。我利用这个功能加了一个开关：一个小号的双眸触点的开关，可以在电池和Recon的电池触点之间切换。这个偷电电路利用了一个装在杯子上的单刀单掷开关，这个开关通常将电直接供给ReCon机器人——但是一旦开关闭合的时候，电就只给一个电灯泡供电了。当你将一个球扔进杯子（树熊弹）的时候。Recon机器人

就停止了运动，而且灯会亮起来——这样就丢掉一条“命”。

接下来我做了一个简单的程序，将ReCon改成了一个移动靶游戏。

当机器人按照预设的路径在地板上走的时候，还会同时播放一些声音信息，告知你一个一直递减的点数。将球扔进了杯子里面，砸到ReCon越快，得分就越高。大家可以到makeprojects.com/v/29去获取我的那些程序代码。大家也可以将自己的程序或者其他的微创破解的想法在那里交流。

而且当大家完成了这个微创破解之后，只要将两根线从电池盒中取出来，玩具就又回到了出厂状态！



顺利地弯PVC管子、让你的卡片智能化、成为乐高大师，还能飞一个小直升机。

工具箱



MILWAUKEE M-SPECTOR AV M12 无线多媒体摄像头

299美元，milwaukeetool.com

这个Milwaukee M-Spector摄像头是一个结实的数字监控镜，能帮助你看到那些需要用X光才能看到的景象。这个M-Spector还增加了一些功能，比如能对探索物进行做快照或是视频（音频）录制。

其提供的17mm直径的电缆足够小，能够钻进一些很狭窄的地方——我曾将它塞到管子里面，看哪根CAT-5网线和其他的绑在一起。我见过其他的厂家也提供小钩子或者是磁铁头等附件，但是Milwaukee不提供。这些小附件加进来很容易，而且在抓一些掉落的零件的时候很方便。这个摄像头的图像分辨率高达1280×960，虽说看起来没有我手机上

的清楚，但是考虑到这些摄像头是用在狭窄而黑暗的地方，探测的东西常常是40英寸之外的，也就很容易接受了。

我觉得M-Spector最大的用途是用在布线作业上，用在其他的家居修复和工程上的伤害时也很好用。另外，把它用在家具底下和机器内部也很好玩。这是一个值得向朋友们夸耀的你拥有的工具，他们可以拿过去玩，只要别把一面墙给拆了就行。

——约翰·埃德加·帕克

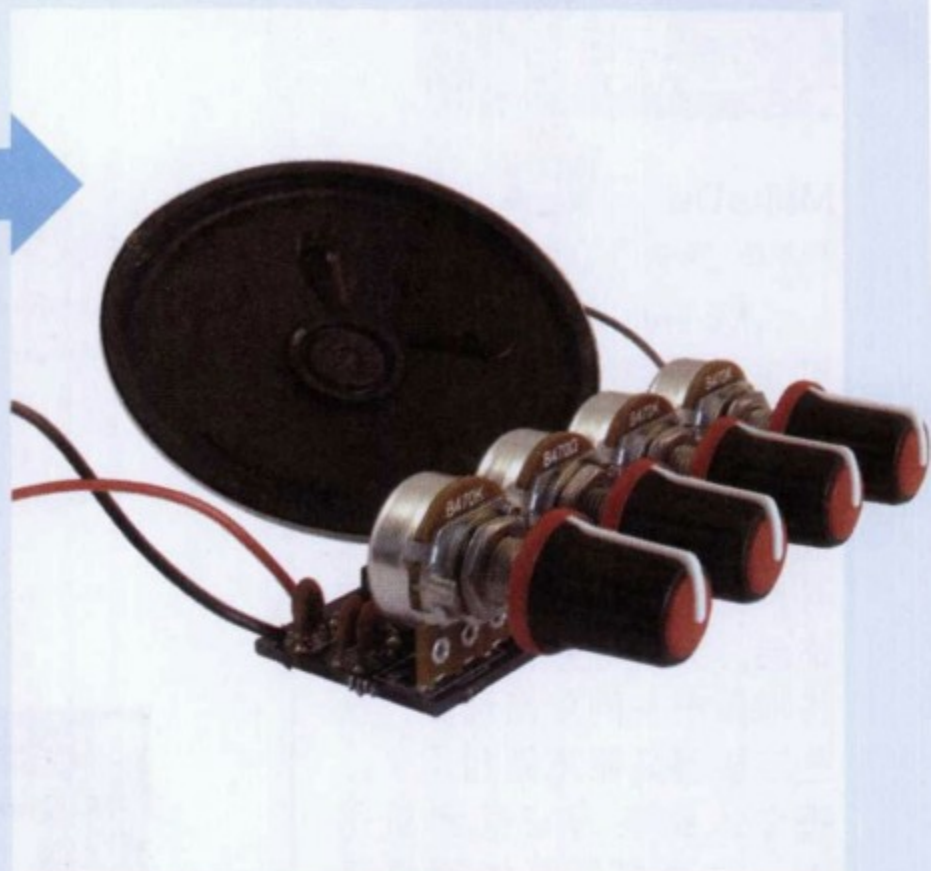
✚ 更详细的评论，查看makezine.com/go/mspector。

Vibrati朋克控制器

20英镑（约27美元），lushprojects.com/vpc

这是传奇的福瑞斯·米姆斯的Atari朋克控制器的衍生产品。这个VPC能发出无数种不同的“嗡嗡”声、“嘎嘎”声还有各种野蛮的声音。发明者艾因·夏普在混音中加入了一个低频的振荡，做出来的声音比米姆斯的旋律还要多种多样。夏普声称一个焊接新手几个小时内就能完成这个控制器，因此是焊接课的好素材。最妙的是，这个上面有一个喇叭，这样一旦完成了制作就可以使用了。

——约翰·拜赤塔



PVC弯折器



199美元~399美元，pvcbendit.com

PVC弯折器将自己称为“弯折PVC管的终极武器”，我完全同意这种说法。我打开盒子的时候，看到的是一个组装得很奇怪的弹性钢管，几个长的绝缘管横着放着，还有一些零碎。但是当我将CD放进电脑看到那些特别有趣的视频的时候，这些形式和功能我就完全了解了。

当然我还得试一试，因此我将一段PVC管伸进了加热部件，将绝缘层包上去，然后《爱上制作》英文版的实验室里面腾起了烟。打开几个窗户，开了一个电扇之后，我又试了一下。很快，曾经笔直的硬质PVC管现在已经软了，像一根湿面条。这是我用PVC弯折器制作打鼓机器人的栅栏的绝好时机，结果也远高于我的预期。

——丹尼尔·斯潘格勒

C.H. Hanson自锁钳子

20美元，chhanson.com

传统的自锁钳子很灵活，但是调节主螺丝口很烦琐。这个名字看起来很智能的钳子能根据需要握的部件尺寸进行自动调整。

夹力是通过一个小螺丝预设的，这样就不管夹的物体的大小是多少都能提供恒定的夹力（我发现夹大号物体的时候需要用两只手来闭合钳子）。和很多欧洲制的自锁钳子一样，这个钳子上面有一个防夹伤的松钳子的杠杆，这样手控制就容易一些了。

——斯图沃特·达奇



工具箱

MakeDo



25美元~50美元, makershed.com

MakeDo是一个特别的可重用连接器组合,可以利用身边的东西做出新事物来。可以利用的东西包括纸板、塑料和纤维,能做出来各种结构、衣服,家具和装饰品。完成这些创新之后,将你做出来的东西推倒,这些连接器又能重复利用了。每个人都能为它找到新用途。这个搭建系统超级灵活,容易让人上瘾,应用无极限。一组里面少则65个,多则170个。

——迈克尔·卡斯特



危险



VPN1513 GPS接收模块

60美元, parallax.com

在业余制作机器人的世界里, GPS和微控制器常常是一起出现的。但是如果你想在你的项目里面加入GPS, 你需要先找到一个兼容的设备, 然后搞定与MCU的接口。现在Parallax推出了VPN1513 GPS接收模块, 以及Propeller微型开发板, 将这两种资源做成了一个很方便的单元。

这个GPS芯片组最多能够追踪20颗星, 冷启动下声称的锁定时间为48秒, 热启动下声称的锁定时间为1秒。Parallax还提供了丰富的免费文档, 包括了模块的原理图, 默认的Spin源代码, 还有协助我们编写自己的程序的函数库。这个对于各个经验层的开发者来说都是很完美的方案。

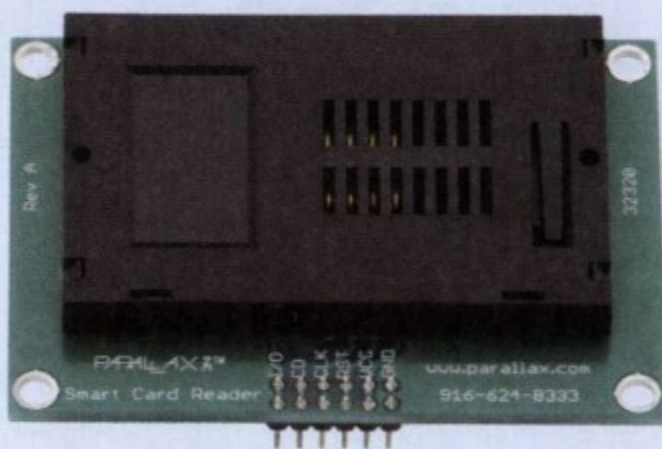
这个GPS芯片组最多能够追踪20颗星, 冷启动下声称的锁定时间为48秒, 热启动下声称的锁定时间为1秒。Parallax还提供了丰富的免费文档, 包括了模块的原理图, 默认的Spin源代码, 还有协助我们编写自己的程序的函数库。这个对于各个经验层的开发者来说都是很完美的方案。

智能卡读卡器模块

10美元, parallax.com

口袋里(的智能卡)里面有什么? 磁卡读卡器和RFID读卡器哪里都有, 但是在业余电子爱好这个市场上却少见智能卡读卡器。Parallax为他们的Basic Stamp和Propeller微控制器开发了一个智能卡读卡器。这个软件是开源的, 文档很齐备, 部分代码可以在Arduino或者其他平台下使用。除了基本的读操作, 还可以将数据写入未锁的文件兼容的智能卡上去。有了这个模块和与计算机接口的Basic Stamp2, 我就能读取复印控制卡上的数据了。这个读卡器的低廉价格和简单的界面使得在我们的微处理器项目中集成智能卡变得更方便。

——L.亚伯拉罕·史密斯



Uniden时钟广播扫描器



140美元, uniden.com

当我们在享受当今各种无线电扫描器提供的铃声与口哨的时候,其实有很多简洁的设计更加美好。很多业余电子爱好者和普通消费者一样——可以用一个相对便宜的一体设备。这就是Uniden的勇士BC370CRS。

这个模拟370设备上有一个大且可选背光的琥珀色的屏幕,还提供了很多有趣的功能,包括接受NIST信号来自自动调整内部时钟、带再睡一会的闹钟、NOAA广播的定时提醒、AM/FM/TV广播频道的紧急提醒系统,其内部为了达到好的效果还有一个300个频道、10个频段的传统扫描器。所有的这些功能都放在了一个收音机里面,大小只比常见的天气预报接收器大一点点。

——乔希·帕斯奎尼

这个模拟370设备上有一个大且可选背光的琥珀色的屏幕,还提供了很多有趣的功能。

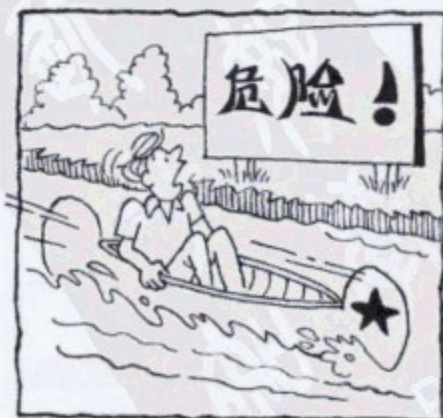


ENERGIZER LED灯笼

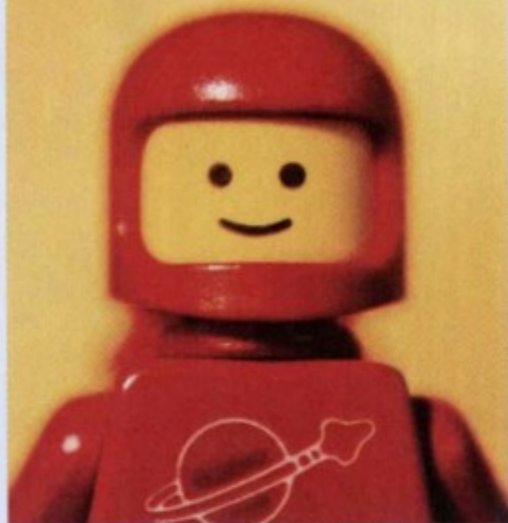
25美元, energizer.com

这个太阳能和电池供电的LED灯笼用在野营刚刚好,简单的应急情况也没问题。Energizer声称这个灯笼靠着3节D型电池可以使用135小时,还可以打开大号的太阳能板来充电,充5个小时可以提供2.5小时的电力。这个太阳能板将竞争对手甩在了身后,它盖住了灯笼的整个背后,可以弯折以接受最多的太阳光,还可以在相对微弱的光照下充电。LED的外壳还可以调整,可以用做手电筒或者点亮整个房间。第3个选择是用只有5流明的琥珀LED灯,用来做床头灯。

——JB



The Cult of LEGO



让我的乐高飞翔

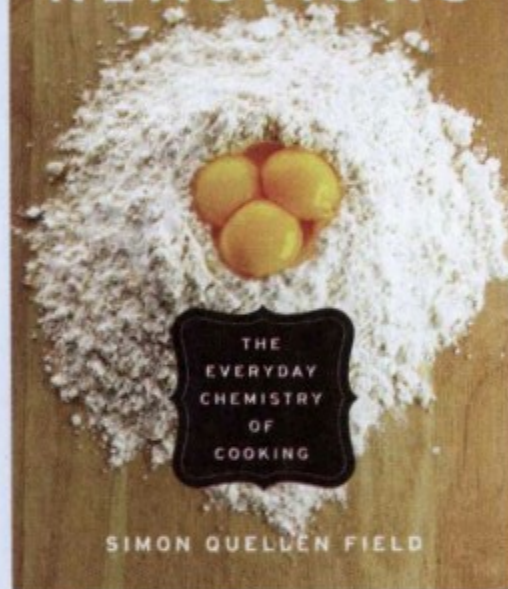
《乐高崇拜》约翰·拜赤塔、乔·梅诺

40美元，美国No Starch出版社出版

你知道么，做出minifig人仔的唯一办法是用经典的“空间宇航员”里面的躯干和大腿？这个好玩而复杂的书让乐高世界中每一块砖都没有秘密。拜赤塔和梅诺讲述了乐高的一切，包括了乐高的历史和假乐高，也包括了大大小小的启发式的乐高项目，乐高迷的档案、各类组织、各大事件、出版物等。你想知道你的人仔搭建的最佳方式是什么吗？他们也会教你。多谢乐高迷字典，我现在知道AFFOL和NLSO的区别了。在这些极具视觉冲击力的全彩页，交谈式的写作风格和传染性的热情中，不管你是不是乐高的忠实爱好者，这种前往极客世界的邀请让人无法拒绝。仅仅是这个封面就能让你的咖啡桌充满笑容。

——高利·默罕默德

CULINARY REACTIONS



食物科学

烹饪反应，西蒙·奎伦·菲尔德

17美元，美国芝加哥评论出版社出版

这本书讲述烹饪中的科学与科学烹饪。书中充满了测量、称量与改变食谱规模的章节，你将了解到为什么有些配方可行，而另一些不可行。而关于乳胶、蛋白质科学已经氧化过程的探寻将让你深入了解之前认为理所当然的食物准备过程。配方大多数情况下都是夹杂在解释的过程中，因此你在阅读发泡的过程中会突然意识到你刚学会了烘烤完美面包的方法。这本书中满是图表，有一步一步的照片、结构公式，还有特棒的配方（樱桃黄油芝士让我沉醉），不用尝试，你就成为了一名更好的厨师了。

——艾文·奥利·格里芬



《让你的作品会观察》

即将出版，人民邮电出版社

不管你是一名学生，还是业余爱好者，游戏达人，或是硬件破解人，这本书都能让你运作几个Kinect项目，让你掌握一定的技能和经验，将自己的制作项目中加入神奇的三维视觉。



制作并执行

《制作就是互联》大卫·高特莱特

20美元，美国Polity出版社出版

大卫·高特莱特的论点——创造让生命更充实，更有成就感，对于每一位有责任心的制作爱好者来说都不陌生，但是这本深思熟虑的论证严密的论战还是值得看一看的。尽管书中有时比较专业（有脚注和参考文献），读起来还是很享受的。

如果有人想了解更多关于鲁斯金和莫瑞斯的幸福理论和社会资本，从Web2.0到朋克DIY，这本书是一个不错的开始。高特莱特以一些愿景作为本书的结束，希望我们能从“坐在后面被传授”的文化转化为“制作并执行”的文化。他说这并不容易，但是掌握书中的知识是很好的第一步。

——AOG

改动自身

《生理朋克：DIY科学家，破解生命的软件》马库斯·沃尔森

26美元，美国Current出版社出版

AP记者马库斯·沃尔森开始研究家庭生物技术的风潮，根源，进化与未来的发展。基于科学发展与进步常由于政治和官僚化而被阻碍的观点，越来越多的生物学家正在传统的研究所之外进行研究，比如家中或者社区的实验室中。

这本书里有生物技术创新者引导这种力量，重视驱动自身的人性与热情的奇妙瞬间。生物技术破解空间（即社区生物实验室）BioCurious的共同创始人艾瑞·金特瑞最好的总结了这种精神——生物可以是为大家服务的，如果你的目的正确，热情饱满，就能有所贡献。如果你有这个社区，并掌握了工具，这个世界就明白的展现在你眼前。

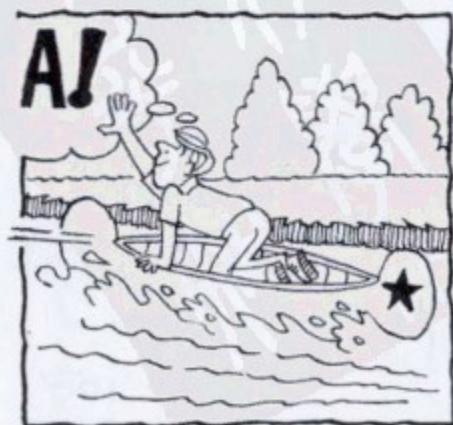
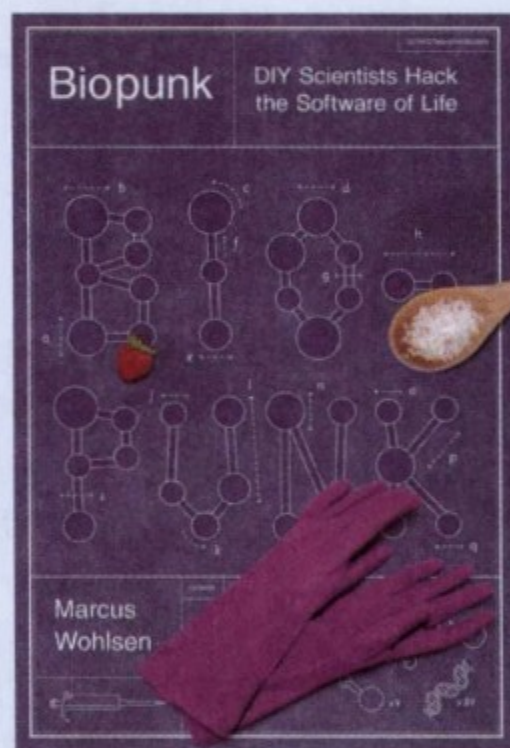
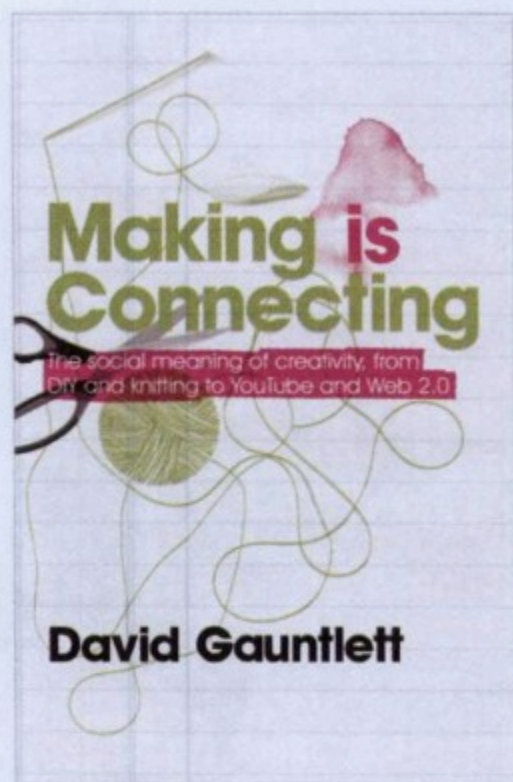
——GM

自己做微型平台

善迪·安图因斯

价格5美元，奥莱利传媒出版

业余爱好者能制作卫星么？这个DIY指南将一步一步教你如何设计并制作一个简单的卫星平台，能够承受发射并能在轨道上存活。





每周工具问题，请查看makezine.com/go/toolbox。

Handeze 理疗手套

20美元 handeze.com

我在1997年的时候从一家医疗用品店买了理疗手套，当时我确信这只是些小把戏，但是我确实错了。我立刻依赖上了它们，之后一直佩戴着。它们能提供非常舒服的手腕支撑，能在你工作的时候对你的手进行按摩。如果尺寸合适，刚开始戴的时候会觉着有点小、有点紧，之后会稍微拉伸一点，得到合适的大小与牢固的贴合。

——盖瑞斯·布莱茵



ScreenFlow

99美元，telestream.net

为一个涉及计算机的技术项目做好文档是一件很烦恼的事情，浏览细节也会让人恐慌。将拷屏记录下来是很好的记录进程的方法。ScreenFlow能帮你制作高质量的拷屏，并与别人分享。

ScreenFlow中的编辑功能非常强大，但最妙的还是它的编辑功能不会毁掉任何东西。不管你在ScreenFlow中如何改变你的拷屏，真正的屏幕上的内容都没有触及。另一个超级功能是它能把拷屏输出为各种不同的视频格式。刚开始的时候我还不太确认是否应该花99美元去买一个拷屏软件，因为便宜的拷屏软件有的是，但是这个确实物有所值。

——马特·理查德森



Gilmour 528T 硬铜交叉软管喷嘴

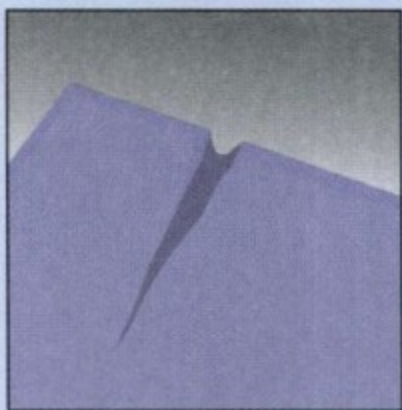
8美元，amazon.com

我在家里做园艺，因此我用过很多种不同的喷嘴。有一些很好用，有一些则不行——但是毫无例外的是，这些都用的不长。这个喷嘴设计就是用于长期使用的，里面只有两个主要部件，都是用黄铜机制作的，永不生锈。

完全拧开之后，即使水压中等，这个喷嘴也能成为强力的单喷头。当拧上去之后，喷射的水流形成光滑的锥形扇面，用来给植物浇水比拧开效果好很多。而且价格更让人欣喜，我从Amazon买是8美元包邮，我很喜欢这个，于是又买了3个。

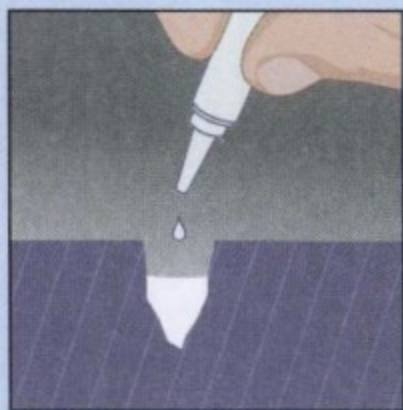
——锡安迈克尔·里根

奇招妙想 蒂姆·莱丽斯



塑料部件上有个不完美的地方或者缺口吗？

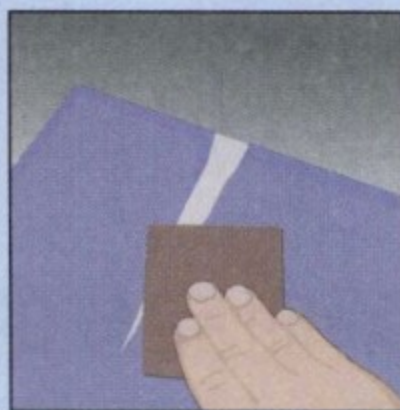
infinitecollective.com的乔治·斯琴阿肯伯格帮您解决。



将少量的烘烤苏打放在缺口里面，滴一些氰基丙烯酸酯粉末放进去，直到饱和。



如果缺口比较深，如上图所示，可以分层处理，保证全部覆盖到。



磨掉或者刮掉多余的胶，然后按照你喜欢方式的进行喷漆。要想得到最佳的结果，可以在废料上多试几次，然后再在正式的物件上操作。

有什么奇招妙想，请发送到trick@makezine.com

Syma S107G RC遥控直升机



25美元，symatoys.com

如果你还在加入微型直升机革命的墙外徘徊，让我拉你一把。我的孩子们和我已经用过好几套Air Hogs直升机了，这些刚开始的时候都很好用，但其实不太好控制。

最近我们买了一个Syma的S107G，都大吃一惊。一个完全的新手都可以控制这个室内直升机，随心所欲地在房间中引导方向。它稳定的悬浮和华丽的转身都是因为有一个稳定陀螺仪的存在，这个陀螺仪将Syma与早期的廉价微型直升机拉开了差距。计数旋转的主转轴和尾翼转轴让飞机稳定得多，也容易控制很多。

制作质量也同样让人惊叹，包括了全铝的外框、双电机，以及很多用螺丝固定的可更换部件。现在该是买一个的时候了。

——史蒂夫·罗德芬克

约翰·拜赤塔为《爱上制作》英文版makezine.com和geekdad.com供稿。

盖瑞斯·布莱茵是makezine.com的主编。

迈克尔·卡斯特是制作爱好者小站(makeeshed.com)的传播者。

斯图沃特·达奇是DIY达人和制作爱好者，他在toolguyd.com为工具做评论。

艾文·瑞利·格里芬是《爱上制作》英文版的功勋编辑。

高利·默罕默德是《爱上制作》英文版的高级编辑。

约翰·埃德加·帕克是makezine.com的常客。

乔希·帕斯奎尼是一位活跃的业余广播操作员、扫描员与聆听者。

锡安·迈克尔·里根是一位家传工具制造者，在makezine.com发布他的博客。

马特·理查德森是一位技术哲学家、制作人，也是《爱上制作：现场直播》的共同主持。

L.阿布拉姆·史密斯每当有机会的时候就会研究开源硬件。

丹尼尔·斯潘格勒是《爱上制作》英文版的超级工程实习生之一。

* 想要更多内容？请到我们makezine.com/tnt的在线的数据库搜索诀窍和工具吧。
有个值得放在工具箱里收藏的工具？请与我们联系，toolbox@makezine.com。



祖传技术
蒂姆·安德森

瞬时完成的舒适和服袍

每个人都喜欢这个袍子，里面空间也够大，每个人都能穿！

我小时候在日本北部的秋田的时候，朋友们给了我几件传统的和服袍子，非常简单，也特别合身。让人惊奇的是，制作所用的裁剪和缝纫是如此的少——这比你想象的最简单的衣服所花的工夫还要少。等你学会之后，你会想着把所有的毯子和柔软的布料做成袍子。

→ 开始

1. 剪3刀

在一个毯子上按照图A（沿着红线）剪3刀，如果你还想做帽子而不希望脖子后面留个接缝，可以将这个三角块留下来，否则可以将它剪掉。

2. 折4下

将毯子上部的部分折下来做成袖子（见图B）。

将侧边折进来做成袍子的主体，现在突然看起来像个袍子了。

3. 缝4道

沿着E-F和C-D的线（见图D）将袖子的边缘缝起来，留下足够大的洞来伸手。

将前面的缝缝起来，A到A，B到B。

不要将腋窝下面缝起来，那里留个缝。和服和那些平原印第安人做的袍子一样——大家可以到附近的博物馆看看那里的例子。

如果你的缝纫机对加工这种材料有困难，可以用个大号的针手缝（如果你用手

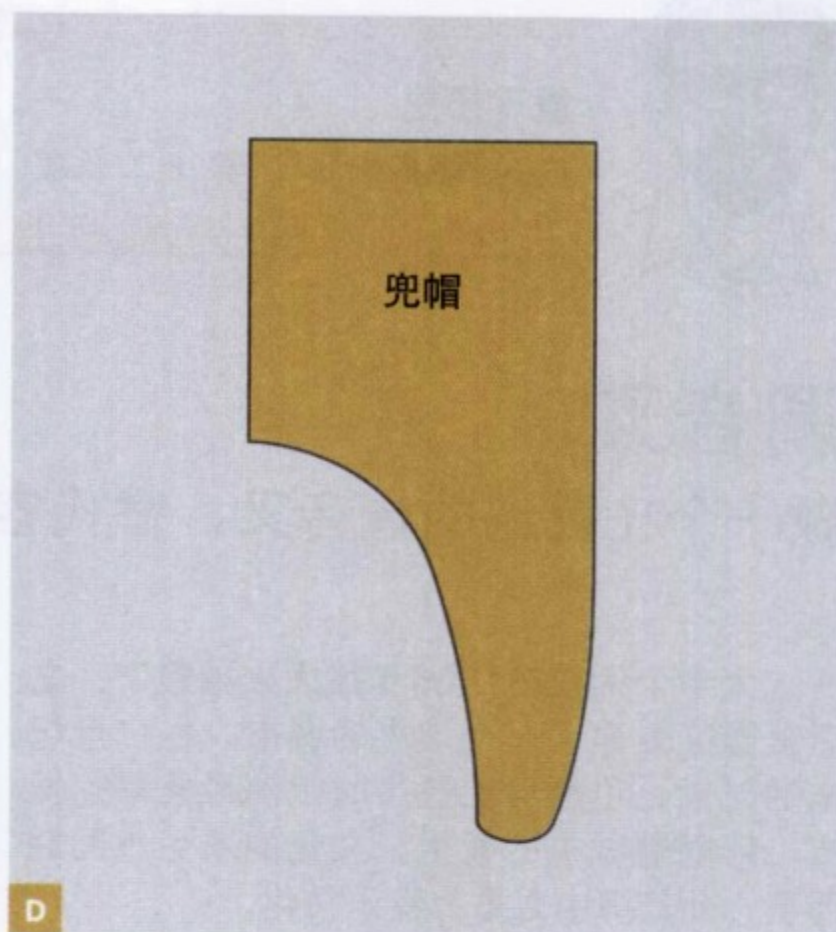


你能做到

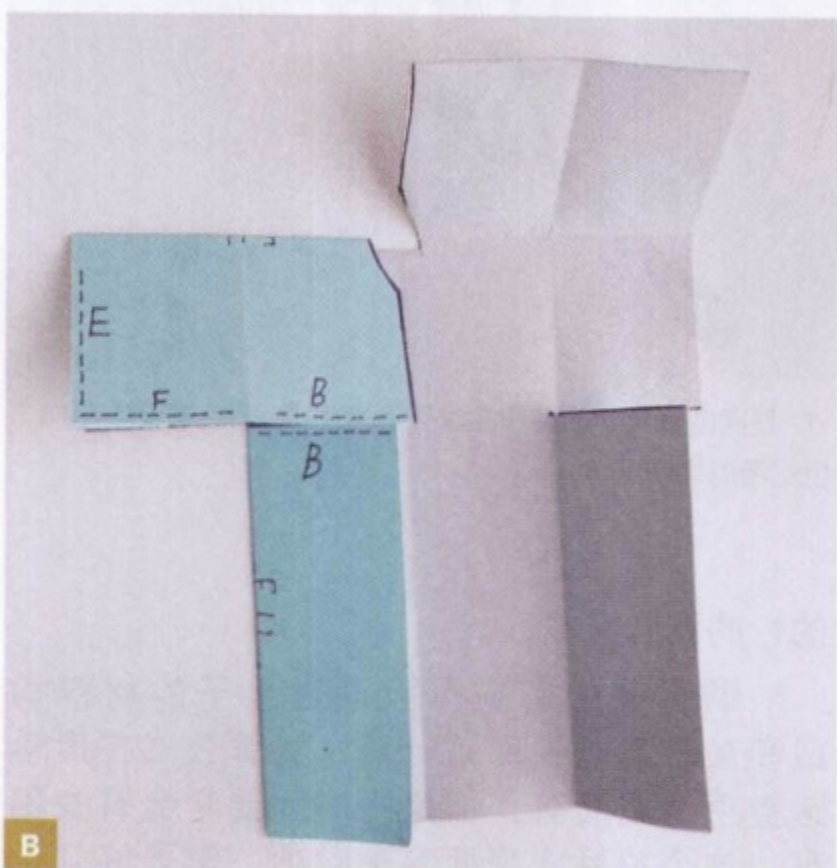
摄影：蒂姆·安德森



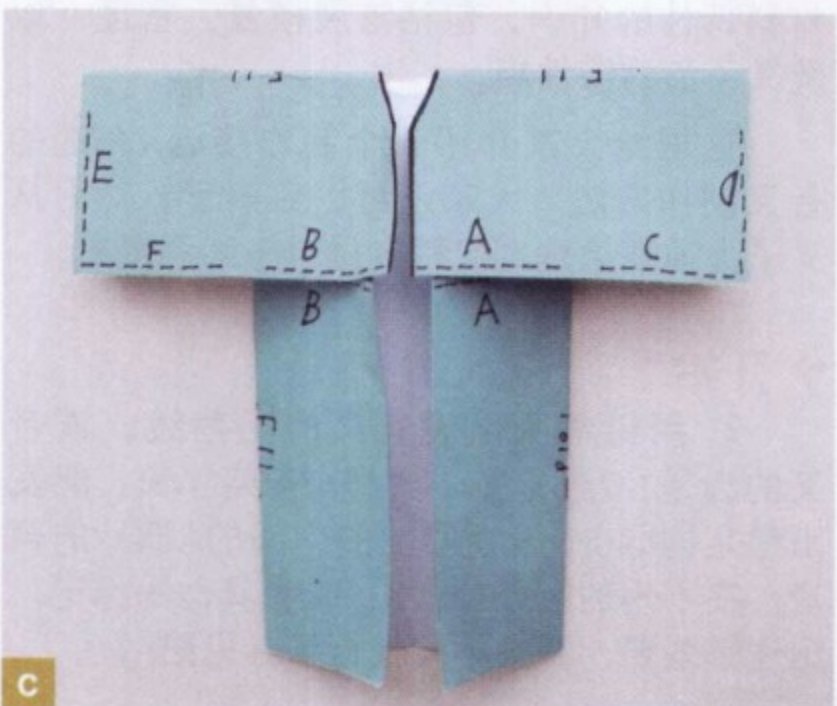
A



D



B



C

缝，要用大号的针，这样不用缝几次就完成了）。

下面的工作就没多少了，做完这个袍子之后会有几样碎布料，以后还可以用同种材料来做腰带和帽子。

四处走走，穿着这个舒服的袍子给大家一个拥抱吧。

4. 增加帽子

剪两块看起来像图D的布料，缝在一起，然后缝到和服上做成一个帽子。或者剪一大块，然后对折，缝的工作会少一点。

然后还可以制作你想要的细节。可以在帽子上加流苏、腰带、口袋、带猴头骨的翻领，加上磨好的美元硬币做纽扣。

要用这个袍子当被子，可以将腿放到一个袖子里面，然后将另一个袖子放在头下面当枕头。这是用传统的袍子可以达成的最大化的舒适度。☑

蒂姆·安德森 (mit.edu/robot) 是Z公司的共同创始人，大家可以到instructables.com去看他做的很多项目。



重现历史

威廉·格斯特拉，勇士工作室

调音叉

做一个18世纪的调音叉，替代容易出问题的调音管。

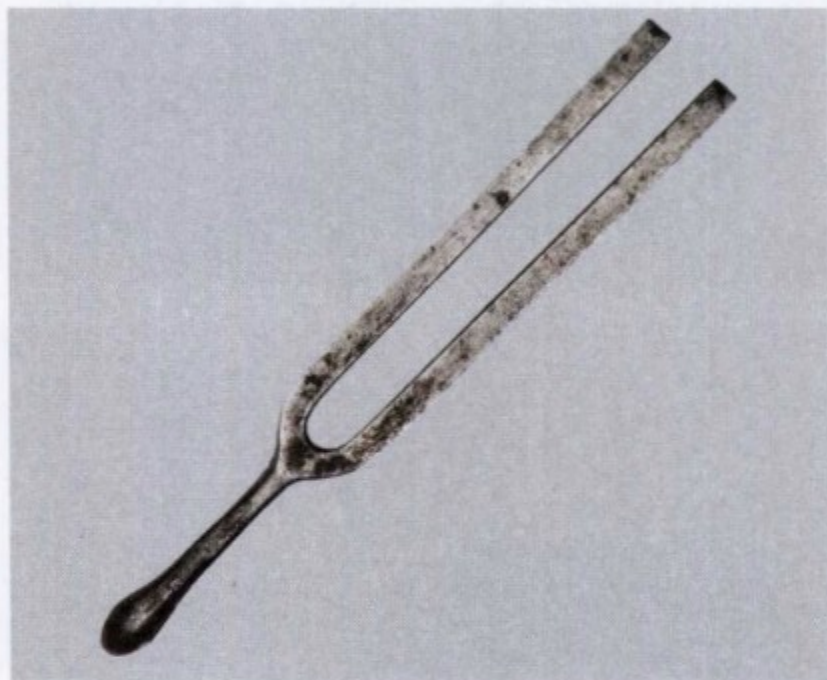
大半个伦敦在1666年被大火摧毁了，之后美国又重建了一个漂亮的城市。在17世纪末的时候，伦敦可能是当时欧洲最繁华的城市。伴随着城市的新生，文化的新生也同期而至，而其重中之重为音乐文化。

音乐，特别是巴洛克风格的音乐随处可见，英国当时也有很多著名的作曲家。其中就有乔治·弗雷德里克·亨德尔，亨利·普赛尔以及耶利米·克拉克，他们在这个时期大量作曲，并定期演出。一位天才的年轻喇叭手，约翰·肖安获得了皇家与公众的敬意。当他隐退的时候，被英国人称为“喇叭手队长”，这个地位能让他向英国的几乎每一位喇叭手收取授权费。

1711年的时候，多才多艺的肖安已经是一位富人了，也有很多的空余时间。他决定研究调音管的替代品。当时音乐家们完全依赖调音管，但是调音管由于温湿度的变化而常常不可靠，特别英国还是个天气多变的地方。

肖安发明了一个为乐器调音的新东西，他称之为调音叉。不管天气怎样、条件如何，只要按一下，这个金属的调音叉都能发出同样清澈而恒定的音调。当有人请他为音乐会的管弦乐团进行调音的时候，他就常说：“我没有带调音管，但是我有另一样能调音的东西——一个调音叉”。据说他曾经为这个双关语笑过好多次。

尽管制作这个调音叉的时候，各个尺寸都要非常仔细，但是这个调音叉其实很容易制作。只要有一段铝或者黄铜，用几样工具，花点力气就能做出一个发出恒定音调（A大调、440Hz的音符是管弦乐团调音时最常用



经典调音叉，德英作曲家乔治·弗雷德里克·亨德尔在18世纪用的调音叉。

的)的调音叉了。

调音叉的音高可以通过叉子的材料构成和叉子齿的长度来计算。计算公式在声学速查手册里面有，但是短时间要学会有些困难，这个关系式里面有高阶项，需要好几种材料特性的知识，包括延展模量、密度、以及叉子齿的惯性矩。

这里给大家介绍一个制作接近A大调的音叉制作方法，大家还可以靠辨音，然后从叉子齿顶端组建磨掉相应材料来细调音高。

→ 开始

1. 用铅笔画出调音叉的切割线。调音叉的齿是1/2英寸宽，大概6 1/8英寸长，能发出稳定的440Hz（钢琴上的中间的A调）的声音。在不用的区域标上X，或者其他的标记，记住哪些要、哪些不要就行了（见图A）。

材料与工具

铝条, $1/8$ 英寸 $\times 1\frac{1}{2}$ 英寸 $\times 9$ 英寸

木板, 厚 $1/2$ 英寸。10英寸 $\times 5\frac{1}{2}$ 英寸4块, $5\frac{7}{16}$ 英寸 $\times 4\frac{7}{16}$ 英寸 (1块)

木胶

锯子

平锉

铅笔

尺子与直尺

钻和钻头

2. 将铝片用锯子锯成想要的形状 (见图B)。这得花点时间。时间多少取决于你锯子的好坏和你力气的大小。

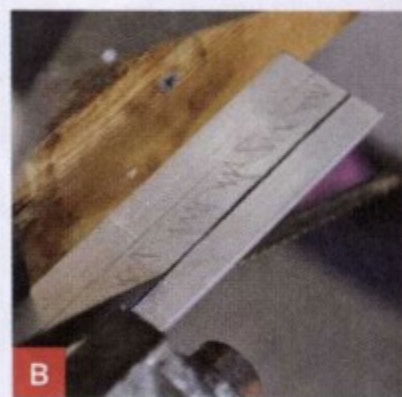
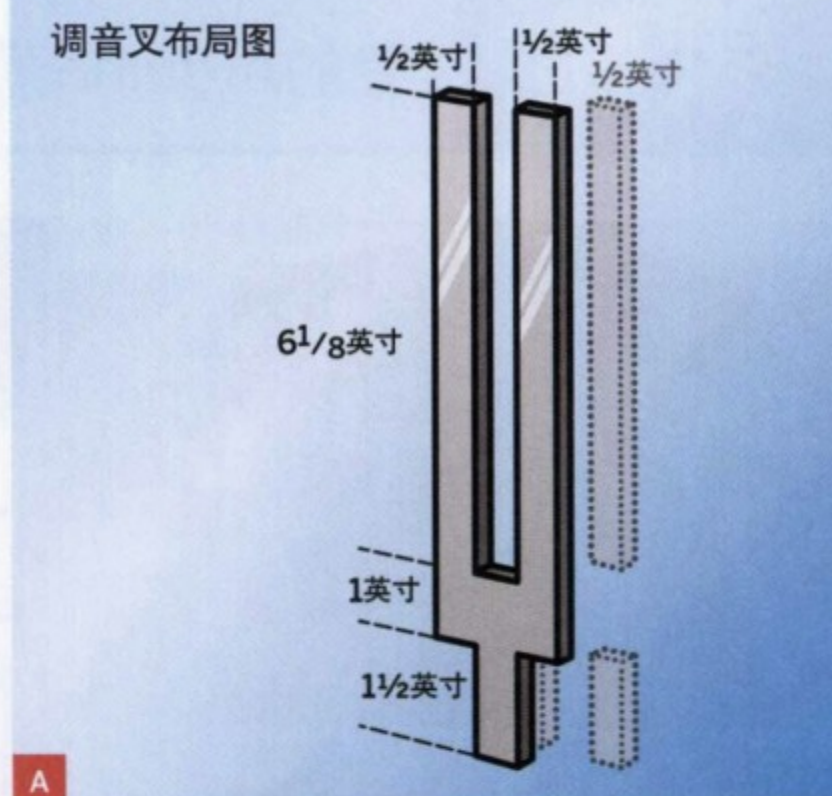
在不用的一段中间钻孔, 然后将它去掉 (见图C)。

3. 将叉子的边缘挫平, 挫均匀 (见图D)。要想得到清澈而单一的音调, 两个齿的长度必须完全一样。要想频率一致, 两个齿的厚度和长度也必须都正确。用调音管或者吉他的调音器来校对, 然后慢慢地将齿磨短, 直到频率升到大概440Hz。

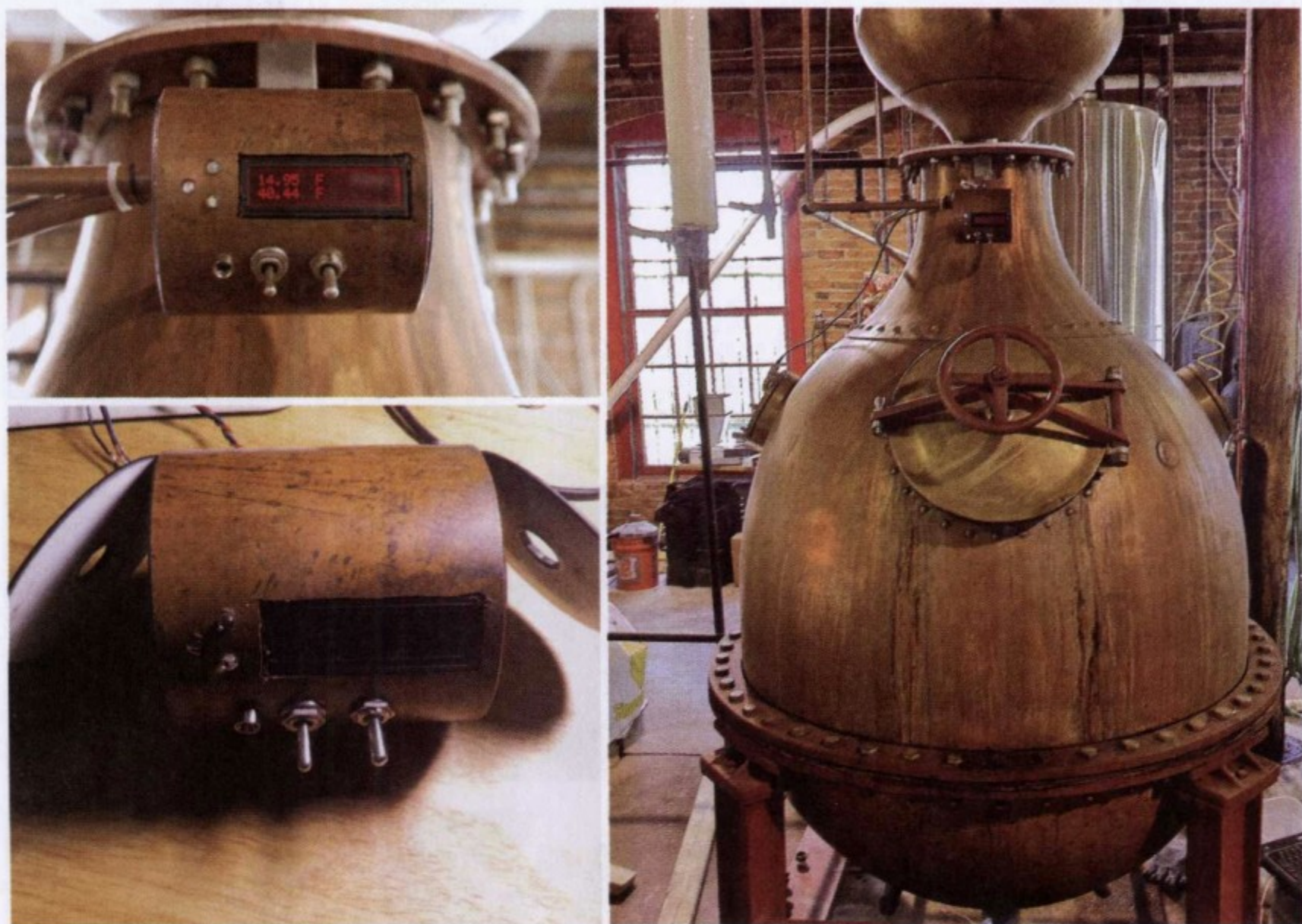
4. 要想更清楚地听调音叉的声音, 可以将它装在共振箱里面。用胶将四根长板粘在一起形成一个开口的盒子, 等待胶干 (见图E)。

共振箱的长度是调音叉波长的 $1/4$ 的时候, 效果最好。大家可以在声学速查手册里面看看每个音的频率和波长, 网上也能找到。A大调 (440Hz) 的波长是30.9英寸, 因此我们的盒子应该是7.7英寸深, 这样音最强。将短板定位在7.7英寸深, 然后调音听一听, 再将其粘好。■

调音叉布局图



《爱上制作》英文版的活跃编辑威廉·格斯特拉是好几本DIY书籍的作者, 包括《后院的弹道学》和《实用纵火指南》等。



在我工作的海盗工匠酒厂里面有一个20世纪20年代的铜蒸馏罐，它侥幸逃脱了当时的禁酒令。但是我们为了让它能继续工作却付出了很多努力。很不幸的是，这里面读取温度的关键部件没有了，而温度是我们整个蒸馏过程从头到尾最重要的条件。另外我们还需要在液体气泡的时候及时反应——我们需要在起泡之后10秒内断掉热，不然就会沸腾到拔子里面。起泡漫溢是一件很严重的事情。

为了防止这个事情发生，蒸馏罐要用防起泡的硅酸盐，或者和我们一样用眼睛从探视窗往里看，然后相应调节温度。每次蒸馏的时候，我们都等到泡沫漫过观察窗，然后关掉热源，等一切平静下来。5分钟后，我们将热源再打开，温度调低，继续进行蒸馏。

如果你想日复一日使其自动工作，那么你可以去学学Arduino。最近我在研究用

Arduino控制各个附件的开关。我知道可以将几个温度传感器穿到蒸馏罐中间，然后用液晶显示屏来看里面的温度。

我找了个光敏电阻，可以用来测试光强，然后将其装到微处理器上，放在观察窗的位置。当起泡的时候光从泡沫上反射回来，接收到的光信号有一个明显的变化。我又接了个12V的电机来控制热源，接了个水的开关来控制沉淀池的水流。这样Arduino就有了一个数字观察眼，可以不间断地观察起泡情况并相应控制温度。

我花了点时间改进代码，现在装进料，打开开关就可以走人了。其他的事情Arduino都做完了。☑

杰·斯特拉在Arduino自动化方面的研究都记录在 makezine.com/go/jaysettle

附录 常用计量单位的转换

长度

1英寸 (in) =2.54厘米 (cm)
1码 (yd) =3英尺 (ft) =36英寸
1英里 (mile) =5 280英尺 (ft) =1.609千米 (km)
1海里 (n mile) =1.151 6英里 (mile)
=1.852千米 (km)

面积

1平方公里 (km²) =100公顷 (ha) =247.1英亩 (acre) =0.386平方英里 (mile²)
1平方米 (m²) =10.764平方英尺 (ft²)
1平方英寸 (in²) =6.452平方厘米 (cm²)
1公顷 (ha) =10 000平方米 (m²)
=2.471英亩 (acre)
1英亩 (acre) =0.404 7公顷 (ha) =4.047 × 10⁻³平方公里 (km²) =4 047平方米 (m²)

体积

1美品脱 (pt) =0.473升 (l)
1美夸脱 (qt) =0.946升 (l)
1美加仑 (gal) =3.785升 (l)
1桶 (bbl) =0.159立方米 (m³) =42美加仑 (gal)
1英亩·英尺 =1 234立方米 (m³)
1立方英寸 (in³) =16.387 1立方厘米 (cm³)
1英加仑 (gal) =4.546升 (l)
1立方英尺 (ft³) =0.028 3立方米 (m³)
=28.317升 (liter)
1立方米 (m³) =1 000升 (liter)
=35.315立方英尺 (ft³)
=6.29桶 (bbl)

质量

1磅 (lb) =0.454千克 (kg)
1盎司 (oz) =28.350克 (g)
1吨 (t) =1 000千克 (kg) =2 205磅 (lb)

力

1牛顿 (N) =0.225磅力 (lbf) =0.102千克力 (kgf)
1达因 (dyn) =10⁻⁵牛顿 (N)

密度

1磅/英尺³ (lb/ft³) =16.02千克/米³ (kg/m³)
1磅/英加仑 (lb/gal) =99.776千克/米³ (kg/m³)
1磅/英寸³ (lb/in³) =27 679.9千克/米³ (kg/m³)
1磅/美加仑 (lb/gal) =119.826千克/米³ (kg/m³)
1磅/ (石油) 桶 (lb/bbl) =2.853千克/米³ (kg/m³)

温度

K=5/9 (°F+459.67)
K=°C+273.15

n°C=(5/9·n+32) °F

n°F=[(n-32) × 5/9]°C

1°F=5/9°C (温度差)

压力

1巴 (bar) =105帕 (Pa)
1毫米汞柱 (mmHg) =133.322帕 (Pa)
1毫米水柱 (mmH₂O) =9.806 65帕 (Pa)
1工程大气压=98.066 5千帕 (kPa)
1千帕 (kPa) =0.145磅力/英寸² (psi)
=0.010 2千克力/厘米² (kgf/cm²)
=0.009 8大气压 (atm)
1物理大气压 (atm) =101.325千帕 (kPa)
=14.696磅/英寸² (psi)
=1.033 3巴 (bar)

比热

1千卡/ (千克·°C) [kcal/(kg·°C)]
=1英热单位/ (磅·°F) [Btu/(lb·°F)]
=4 186.8焦耳/ (千克·开尔文) [J/(kg·K)]

热功

1卡 (cal) =4.186 8焦耳 (J)
1大卡=4 186.75焦耳 (J)
1千克力米 (kgf·m) =9.806 65焦耳 (J)
1英热单位 (Btu) =1 055.06焦耳 (J)
1千瓦小时 (kW·h) =3.6 × 10⁶焦耳 (J)
1英尺磅力 (ft·lbf) =1.355 82焦耳 (J)
1米制马力小时 (hp·h) =2.647 79 × 10⁶焦耳 (J)
1英马力小时 (UKhp·h) =2.684 52 × 10⁶焦耳 (J)
1焦耳=0.102 04千克·米
=2.778 × 10⁻⁷千瓦·小时
=3.777 × 10⁻⁷公制马力/小时
=3.723 × 10⁻⁷英制马力/小时
=2.389 × 10⁻⁴千卡
=9.48 × 10⁻⁴英热单位

功率

1英热单位/小时 (Btu/h) =0.293 071瓦 (W)
1千克力·米/秒 (kgf·m/s) =9.806 65瓦 (W)
1卡/秒 (cal/s) =4.186 8瓦 (W)
1米制马力 (hp) =735.499瓦 (W)

速度

1英里/小时 (mile/h) =0.447 04米/秒 (m/s)
1英尺/秒 (ft/s) =0.304 8米/秒 (m/s)

油气产量

1桶 (bbl) =0.14吨 (t) (原油, 全球平均)
1吨 (t) =7.3桶 (bbl) (原油, 全球平均)

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自1978年开始，O'Reilly一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了Make杂志，从而成为DIY革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版，在线服务或者面授课程，每一项O'Reilly的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar博客有口皆碑。”

——Wired

“O'Reilly凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——Business 2.0

“O'Reilly Conference是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——CRN

“一本O'Reilly的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——Irish Times

“Tim是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照Yogi Berra的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去Tim似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——Linux Journal